

Sessione Laurea marzo 2016

Anno Accademico 2015/2016

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA
SCUOLA DI SCIENZE
CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE
INFORMATICHE

Realizzazione di un Sistema Automatico per la Prevenzione di Patologie Croniche su Pazienti Anziani

Relazione finale in
Paradigmi di programmazione

Relatore
Dott. Vittorio Maniezzo

Presentata da
Carminè Vattimo

Sommario

1. INTRODUZIONE	3
1.1 Definizione del Contesto.....	3
1.2 Me.Te.Da. s.r.l.....	3
1.3 Il Progetto AALISABETH.....	3
1.3.1 Descrizione del progetto.....	4
1.3.2 Partner Coinvolti.....	6
1.4 Obbiettivi della Tesi	7
2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA	8
2.1 Sensori Ambientali	9
2.2 Sensori Domotici	9
2.3 Sensori Clinici.....	11
2.4 Sensori Indossabili.....	12
2.5 Smart Objects per le abitudini alimentari.....	12
3. DEFINIZIONE DELL'ARCHITETTURA UNIVERSALE	14
3.1 L'Esigenza dell'Universalità.....	14
3.2 L'Architettura del Sistema	14
3.3 Definizione del Database	15
3.3.1 Organizzazione dei Dati	16
3.3.2 Tabelle del Database.....	16
4. SOFTWARE DI ANALISI DEI DATI	21
4.1 Sospetti Diagnostici.....	21
4.2 Workflow di identificazione del sospetto diagnostico	29
5. USER INTERFACE	42
5.1 Linee guida per l'interfaccia	42
5.2 UI per l'utente finale.....	43
5.3 UI per il <i>caregiver</i> e per il medico.....	46
5.4 UI per l'amministratore	47
6. SPERIMENTAZIONE.....	48
6.1 Pilot	48
6.2 Impatto con l'utente (<i>prima di cominciare</i>)	51
6.3 Risultati (<i>user feedback</i>).....	53
7. CONCLUSIONI	56
7.1 Obbiettivi Raggiunti	56
7.2 Difficoltà Ricontrate.....	56
7.3 Sviluppi Futuri	58
SITOGRAFIA.....	59

1. INTRODUZIONE

1.1 Definizione del Contesto

Man mano che il tempo passa si registra un costante aumento della durata della vita, dal quale consegue che saranno presenti sempre più anziani. Questo argomento richiede che si prendano in considerazione le problematiche che riguardano l'assistenza di cui, si sa, i suddetti anziani necessitano. Il progetto di cui parla questa tesi nasce per affrontare i temi della prevenzione e della gestione di alcune fra le più comuni patologie diffuse tra gli anziani. Il principale obiettivo è quindi quello di sviluppare una strategia innovativa, basata su meccanismi di intelligenza ambientale, per poter monitorare costantemente lo stile di vita del paziente e intervenire nel caso ci fossero segnali di una possibile patologia. Il sistema deve essere ideato in modo tale che l'anziano possa vivere secondo le sue abitudini, e quindi deve adattarsi al paziente nel miglior modo possibile, senza essere invasivo.

1.2 Me.Te.Da. s.r.l.

Il gruppo **Meteda s.r.l.** è una società di informatica che ha da sempre lavorato nell'ambito della progettazione di sistemi software ed hardware per la sanità, con l'intento di proporre e promuovere soluzioni innovative e tecnologicamente avanzate. Il cuore della loro attività è rappresentato dalla produzione di Software medico gestionale con particolare attenzione alla elaborazione dei dati clinici e utilizzo di tecnologie innovative atte allo sviluppo della telemedicina e del teleconsulto. Per lo svolgimento della mia tesi, ho collaborato alla realizzazione di uno dei progetti che l'azienda ha portato avanti assieme ad altri partner nel territorio, un progetto finanziato dalla regione Marche, il progetto AALISABETH.

1.3 Il Progetto AALISABETH

Il progetto AALISABETH nasce per risolvere la necessità sempre più imminente di assistere le persone anziane all'interno delle mura domestiche, in modo da sfruttare le tecnologie più moderne per risolvere una situazione complessa. È rivolto a persone in età avanzata (65+), non soggette a malattie croniche gravi o a disabilità importanti, ma affetti (o a rischio) di patologie metaboliche o circolatorie o di deficit cognitivi lievi. Fa parte di questa situazione una buona parte della popolazione anziana: il 35% della intera popolazione italiana risulta in sovrappeso, mentre il 10% supera la soglia dell'obesità, fattore fondamentale di rischio per le malattie cardiovascolari.

Analogamente, il 13% della popolazione anziana (65+) soffre di diabete, percentuale che arriva al 20% per gli anziani 75+.

Il progresso di tali patologie, in particolare, è notoriamente favorito da stili di vita non correttamente regolati: una alimentazione equilibrata, l'esercizio fisico e la rigorosa attinenza alle terapie mediche prescritte sono la chiave per la prevenzione o la gestione della malattia cronica.

Poiché il progresso di tali patologie è favorito da stili di vita non regolati, caratterizzati da scarsa attenzione alla dieta, all'esercizio fisico e alla rigorosa attinenza alle terapie mediche, il sistema AALISABETH dedica particolare attenzione al riconoscimento e alla valutazione di indicatori dello stile di vita.

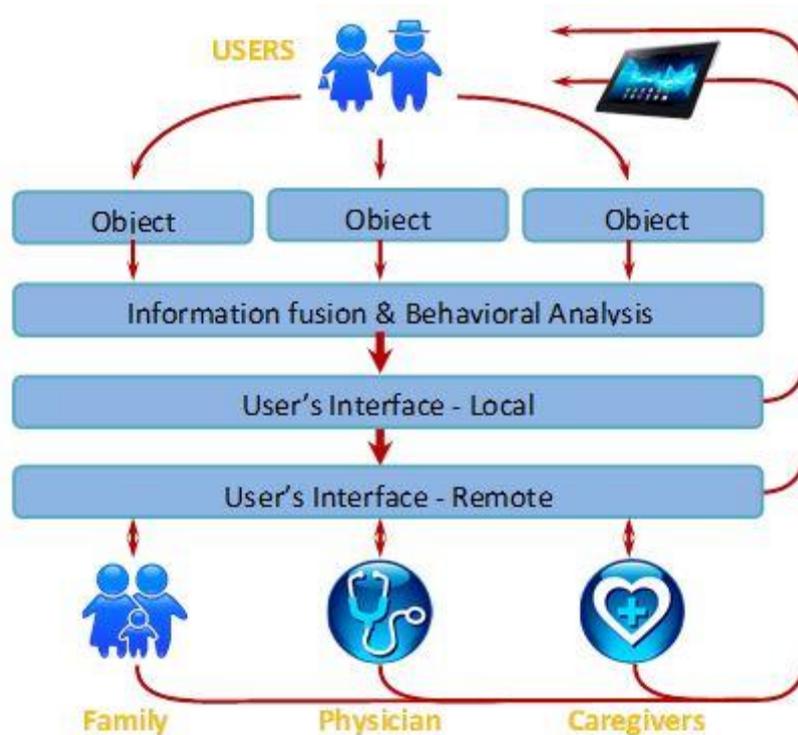
1.3.1 Descrizione del progetto

Il progetto AALISABETH affronta i temi della prevenzione e della gestione di alcune delle patologie a maggiore incidenza sulla popolazione anziana, attraverso lo sviluppo di soluzioni innovative, caratterizzate da bassa invasività ed elevata semplicità d'uso. Il sistema fornisce sostegno alla vita indipendente della persona anziana impiegando diverse tecnologie interagenti tra loro, in un unico quadro di intelligenza fortemente distribuita.

La ricca varietà dell'ampio partenariato (*13 partner*) consente di proporre una vasta serie di *oggetti intelligenti*, in grado di svolgere funzioni autonome e di comunicare e interagire fra loro e con la rete del sistema, rappresentando diverse classi di sensori, quali quelli ambientali (automazione domestica, risparmio energetico, comfort, sicurezza), sensori di parametri clinici e fisiologici (peso corporeo, pressione sanguigna, frequenze cardiache e respiratorie, tasso glicemico, indice di saturazione dell'ossigeno nel sangue, ecc...), sensori personali indossabili (rilevatori del movimento, della postura, delle cadute, identificazione della persona) ed altri oggetti con funzioni primarie.

Il sistema permette in particolare l'acquisizione di informazioni utili per influire positivamente sullo stile di vita delle persone, ponendo particolare attenzione all'attività fisica ed all'alimentazione.

La visione funzionale del sistema AALISABETH è rappresentata dall'immagine che segue:



Al centro del sistema risiede l'utente, al quale è rivolto il progetto nella sua quotidianità.

All'interno della sua abitazione vengono installati gli *smart objects* : sensori, attuatori e dispositivi clinici. I dati ricavati da essi vengono salvati in un *data repository* e successivamente elaborati dal sistema.

Le informazioni ottenute dall'analisi vengono inoltrate agli altri attori del sistema (familiari, personale medico e infermieristico). Infine, attraverso un'interfaccia locale (presente all'interno dell'abitazione) e una remota (server), tali indicazioni possono essere visionate all'occorrenza dall'utente stesso.

1.3.2 Partner Coinvolti

Questo progetto è stato portato avanti da un elevato numero di partner, di natura molto differente tra loro, in quanto c'era la necessità di creare da zero un sistema ad hoc per il problema che era stato chiesto di risolvere. Meteda, l'azienda con la quale ho collaborato, si occupava del coordinamento di tutti i partner e inseriva nel progetto l'esperienza nel campo sanitario sviluppata negli anni, oltre a svolgere compiti inerenti all'IT (*Information Technology*). I finanziatori hanno deciso di coinvolgere partner esperti in campi anche diametralmente opposti in quanto il progetto fonda le proprie radici in diverse aree tecnologiche: da una parte la domotica, la cui crescente diffusione risponde a esigenze di sicurezza, comfort, intrattenimento e che recentemente ha trovato importanti applicazioni anche al tema del risparmio energetico; dall'altra la telemedicina, sviluppata e diffusa per l'erogazione di servizi sanitari (monitoraggio, in prevalenza) distribuiti sul territorio, allo scopo di abilitare meccanismi di cura domiciliari, con potenziale beneficio sia del paziente che del servizio sanitario. Pertanto, fonde le competenze dei 13 partner: da una parte le competenze specifiche riguardo la costruzione di prototipi, arredamento, sensoristica e telemedicina, dall'altra tecniche di fusione e analisi dei dati. Questa collaborazione permette di ottenere informazioni di tipo comportamentale, riconoscendo alcune delle attività della vita quotidiana. Tali informazioni determinano o meno situazioni di sospetti diagnostici che dovranno poi essere valutati dal personale medico: il sistema non vuole sostituirsi al ruolo medico, ma fornire un supporto di prevenzione e monitoraggio a distanza.

Partners



1.4 Obbiettivi della Tesi

Avendo introdotto e spiegato di cosa tratta il progetto posso passare a spiegare qual è stato il mio ruolo in questa collaborazione. L'abitazione del paziente tramite i sensori installati riesce ad inviare una serie di dati ad un database, che devono essere analizzati, per individuare eventuali sospetti diagnostici, e quindi segnalare il problema al medico, o al familiare che segue il paziente.

L'Università di Camerino si è occupata di questa analisi dei dati sviluppando un'ontologia, ovvero una tecnica di analisi che raccoglie un'enorme quantità di dati e li analizza nel loro insieme estrapolando un risultato molto preciso. Per questo motivo, il database è stato organizzato in modo tale da racchiudere la maggior parte dei dati in un'unica tabella, in modo da permettere questo tipo di analisi.

Il mio compito è stato quello di sviluppare una differente tecnica di analisi dei dati, più specifica su ciascuna tipologia di dato raccolto, e in grado di effettuare più livelli di analisi, in modo tale da riuscire ad estrapolare dai dati raccolti il risultato cercato, con altrettanta accuratezza.

Il primo livello di analisi consiste nel prendere i dati *grezzi* dalla tabella nella quale venivano salvati, e aggregarli in modo da avere un quadro più pulito delle informazioni raccolte giorno per giorno, per ciascun sensore.

Il secondo livello di analisi prende in considerazione i dati puliti per ciascun sensore, e li riorganizza in modo da focalizzarsi su un determinato aspetto piuttosto che sul sensore dal quale quei dati provengono.

Dopo questo secondo livello di analisi, è possibile applicare un algoritmo, studiato e realizzato ad hoc, con la collaborazione dell'esperienza medica e informatica di Meteda, per ricavare i cosiddetti *sospetti diagnostici*, ovvero un segnale che potrebbe esserci qualcosa che non va nel paziente.

Se un sospetto diagnostico supera una determinata soglia, allora il sistema deve avvisare immediatamente il medico o il *caregiver* (familiare che segue il paziente) per poter intervenire tempestivamente.

2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema realizzato per raccogliere i dati sul paziente in modo accurato e preciso raccoglie una serie di gruppi di sensori installati in casa dell'anziano, che si possono suddividere nelle seguenti categorie:

- **Sensori Ambientali**, per il controllo della presenza e della luminosità dell'ambiente.
- **Sensori Domotici**, per monitorare diverse attività quotidiane del paziente, quali l'utilizzo della cucina (*seniore che rileva se proviene del calore dai fornelli*), l'assunzione di cibo (*sensori che rilevano se viene aperto il frigorifero o una dispensa che contiene cibo*), il tempo che si passa nel letto, o in poltrona davanti alla televisione (*sensori di peso per rilevare se c'è qualcuno sul letto o seduto in poltrona*). All'ingresso dell'abitazione, inoltre, è stato installato uno speciale quadro, dal quale è possibile regolare molte cose dell'abitazione.
- **Sensori Clinici**, ovvero una serie di strumenti medici per le misurazioni di pressione sanguigna, saturazione dell'ossigeno nel sangue, battito cardiaco, peso e glicemia. Questi strumenti sono a disposizione dell'utente in un apposito scomparto dell'abitazione, e comunicano in tempo reale i risultati delle misurazioni al database tramite la rete Wi-Fi.
- **Sensori Indossabili**, ovvero un dispositivo (*chiamato MUSA*) che sia aggancia alla cintura e permette al sistema di localizzare la sua posizione e rilevare eventuali cadute, inviando automaticamente un segnale di allarme ai familiari. Esiste anche un pulsante che può essere premuto dall'anziano per chiamare esso stesso aiuto. Grazie a questi sensori indossabili è possibile differenziare più persone che convivono nella stessa abitazione, assegnando a ciascuno un identificatore univoco.
- **Smart Objects per le abitudini alimentari**, per registrare nel dettaglio ogni assunzione di cibo dei pazienti. È necessario infatti monitorare che tipo di alimenti e in quale quantità ogni persona assume, e questo è stato reso possibile con la realizzazione di una serie di oggetti quali una bilancia per pesare gli alimenti, una tovaglietta per appoggiare i piatti che si assumono durante il pasto, un set di piatti, bicchieri e contenitori realizzati ad hoc per il progetto e raffiguranti gli alimenti che devono contenere, e un tablet con la quale confermare la scelta del pasto che si è deciso di consumare, che descriveremo nel dettaglio nella sezione dedicata agli smart objects per le abitudini alimentari presente in seguito.

2.1 Sensori Ambientali

In ogni stanza della casa sono presenti dei rilevatori di presenza, che sono collegati all'impianto di illuminazione. In questo modo è possibile regolare la luminosità delle luci o controllarne lo spegnimento e l'accensione senza dover usare l'interruttore.



2.2 Sensori Domotici

Ogni stanza della casa ha al suo interno uno o più dispositivi intelligenti in grado di carpire più informazioni possibili sulle attività quotidiane del paziente. Di seguito li vado ad elencare specificandone il funzionamento.

Sensore di temperatura sui fornelli: tutto il piano cottura è stato realizzato appositamente per il progetto, in modo da essere universalmente adattabile ad ogni cucina (*per non dover adattare il sistema dei sensori ai diversi tipi di piani cottura esistenti in commercio*). Il sensore di temperatura invia al database i dati relativi alla temperatura rilevata se viene superata una determinata soglia minima (*accensione fornello*) e quando la temperatura scende sotto la soglia (*spegnimento fornello*).



Sensore di apertura frigorifero/dispensa: ogni volta che il paziente apre il frigorifero, o il cassetto della dispensa che contiene cibo, il sensore presente all'interno di esso invia i dati dell'apertura al database, specificando l'identificatore dell'utente che ha effettuato l'apertura. Questo è possibile grazie al dispositivo MUSA attaccato alla cintura, di cui parleremo in seguito.



Sensori di peso nel Letto: per questo specifico obiettivo sono stati realizzati quattro "piedi" per il letto da sostituire a quelli originali. Ciascuno di questi piedi è una cella di carico che invia al database, in contemporanea alle altre, il peso che rileva su di essa. La somma dei pesi delle quattro celle di carico corrisponde all'incirca al peso della persona (o delle persone) presenti sul letto. L'utente (o gli utenti) vengono sempre identificati grazie al dispositivo MUSA.



Sensori di peso nella poltrona davanti alla TV: a differenza del letto, in questo caso è stato realizzato un cuscinetto da inserire all'interno della poltrona, in grado di rilevare la pressione (*momento in cui si siede qualcuno*) e inviare il dato al database, per poi inviarne un secondo nel momento in cui la persona si alza. Anche in questo caso vi è l'identificazione dell'utente tramite il dispositivo MUSA.



Sensori nel bagno: all'interno del bagno viene installato un sensore per rilevare quando viene azionato lo sciacquone, poiché è importante monitorare quanto spesso e in quali momenti della giornata l'anziano utilizza il bagno, per più di una patologia. L'identificazione dell'utente avviene nel momento in cui si verifica l'ingresso nel bagno. Sono stati infatti installati due sensori che rilevano il passaggio di una persona attraverso la porta, che, tramite il dispositivo MUSA, sono in grado di identificare l'utente.

Quadro generale di controllo: all'ingresso dell'abitazione è stato realizzato un quadro di controllo, da cui poter impostare diverse cose, tra le quali la temperatura del riscaldamento, o il sistema d'allarme. Nel caso di un incendio o un altro tipo di emergenza è possibile avvertire le forze dell'ordine tramite una sezione apposita. Dopo il loro intervento gli stessi pompieri o agenti di polizia devono disattivare la segnalazione di allarme.



Sensori per rilevare la mobilità: a seconda dell'abitazione, viene scelto un punto adatto per rilevare la velocità di movimento nel tempo del paziente in oggetto, tramite l'installazione di due varchi (*della stessa tipologia di quello dell'ingresso nel bagno*) in grado di misurare il tempo trascorso per percorrere una determinata distanza. Lo spazio ideale sarebbe ad esempio un corridoio, con nessuna possibilità di deviazione, e percorso più volte nell'arco della giornata, in modo da avere molti dati per generare una statistica. I varchi inviano due volte l'informazione al database, la prima quando viene attraversato il varco A, e la seconda quando viene attraversato il varco B.

Distributore di pillole: è stato realizzato un distributore automatico di pillole, che segue le prescrizioni del medico, ed eroga pillole nelle quantità e negli orari prestabiliti, così che non si possano verificare errori di sovradosaggio o di assunzione di un farmaco errato.



2.3 Sensori Clinici

All'interno dell'abitazione, viene selezionato uno spazio dedicato a tutti i dispositivi clinici a disposizione del paziente, di seguito andiamo a elencarli spiegandone il funzionamento.



Bilancia per persone: una semplice bilancia per tenere sotto controllo il peso del paziente, con la differenza dalle comuni bilance che questa comunica immediatamente la misurazione appena effettuata al database associandone l'utente sempre tramite il dispositivo MUSA.

Sfigmomanometro: strumento per la misurazione della pressione completamente automatico, facilmente utilizzabile anche da una persona che vive sola, e anch'esso comunica la misurazione e l'utente immediatamente al database.

Glucometro: strumento utilizzato per misurare il livello di glicemia nel sangue, anch'esso completamente automatico, e in grado di comunicare la misurazione al database.

Pulsossimetro: un piccolo e pratico strumento che riesce a misurare il battito cardiaco e la saturazione di ossigeno nel sangue semplicemente azionando il dispositivo a molletta e applicandolo su un dito. Tramite un pratico display posizionato sullo strumento stesso è possibile visionare il risultato della misurazione prima di inviare i dati al database.

2.4 Sensori Indossabili

Passiamo per ultimo a descrivere il funzionamento del sensore indossabile MUSA. È un piccolo dispositivo che si applica alla cintura, con diverse funzionalità. La prima, molte volte sopra citata, è quella più importante, e cioè quella di permettere a tutti i sensori della casa, di individuare chi è la persona che stanno rilevando, e quindi poter inviare al sistema dei dati completi. In secondo luogo funge da sistema di allarme in caso di cadute. Infatti il dispositivo è in grado di rilevare se l'anziano cade, e di inviare autonomamente una richiesta d'aiuto al familiare che lo assiste. Sul dispositivo è presente un pulsante di emergenza che il paziente può sfruttare per inviare una richiesta di aiuto per qualsiasi motivo, e tempestivamente verrà informato chi di dovere.



Ci sono alcuni casi in cui capita che non sia possibile determinare con certezza chi ha compiuto una determinata azione (*ad esempio se una persona apre il frigorifero, ed un'altra persona è vicina alla cucina, potrebbero essere rilevate entrambe dal sensore del frigorifero*). In questo caso esistono in commercio delle tecnologie per determinare con maggiore precisione chi è stato a compiere quell'azione, ma in ottica di rispettare la non invasività, e di limitare i costi, si è deciso di ignorare i casi in cui non si ha la certezza. Questo non influirà sull'analisi dei dati in quanto questa analisi viene fatta su numeri molto grandi, ed è quindi possibile ignorare alcuni di questi dati, pur assicurandosi che l'identificazione della persona sia il più accurata possibile.

2.5 Smart Objects per le abitudini alimentari

Una parte fondamentale dello studio del paziente riguarda il monitoraggio dell'alimentazione. È importante che venga tenuta traccia di tutti gli alimenti assunti dal paziente e della quantità di tali alimenti. Per fare questo è stato studiato un sistema che si basa su 4 oggetti intelligenti:

- Bilancia per alimenti
- Tovaglietta per la tavola
- Tablet
- Set di Piatti e Contenitori

Quando il paziente sta per mangiare qualcosa, sceglie il piatto appropriato dal suo set di piatti (*quello raffigurante la categoria di cibo che sta per consumare*), vi posa il cibo, e mette il piatto sulla bilancia. La bilancia legge il tag RFID applicato sotto ogni piatto o contenitore, e riesce a capire quale categoria di cibo è stata scelta, dopo di che invia un segnale al tablet, che tramite un apposita app visualizza la categoria di alimento scelta, mostra il peso dell'alimento e chiede al paziente di selezionare il piatto specifico della categoria scelta (*ad esempio, se ho messo della pasta nel piatto apposito per la pasta, il tablet offre l'opportunità di scelta fra tutti i tipi di piatti che si possono realizzare con la pasta presenti in archivio, come pasta al ragù o pasta al pomodoro, ecc...*). Una volta selezionato il piatto, il paziente può consumare il suo pasto, e quindi sedersi a tavola e posare il piatto sulla tovaglietta intelligente.

Il compito della tovaglietta è quello di rilevare l'utente che sta mangiando, e registrare il pasto. Quindi i dati vengono inviati al database solo nel momento in cui l'anziano si siede a tavola e poggia il piatto sulla tovaglietta, di modo da non tenere conto di eventuali errori con l'utilizzo del tablet o di qualsiasi altro genere. Se il tablet è stato utilizzato correttamente i dati saranno completi, se invece così non fosse, si terrà comunque traccia del pasto tramite il riconoscimento del piatto da parte della tovaglietta.



3. DEFINIZIONE DELL'ARCHITETTURA UNIVERSALE

3.1 L'Esigenza dell'Universalità

Il progetto AALisabeth è un progetto che mira a trovare una soluzione ad un problema molto diffuso, l'assistenza alle persone anziane, che grazie alla diminuzione della mortalità sono sempre di più, e hanno quasi tutte bisogno di essere assistite.

Il progetto per affrontare questo problema ha sviluppato un prototipo di casa intelligente tramite l'installazione di una moltitudine di sensori, e questi sensori devono chiaramente essere di facile collocazione nelle diverse tipologie di abitazione che esistono in Italia.

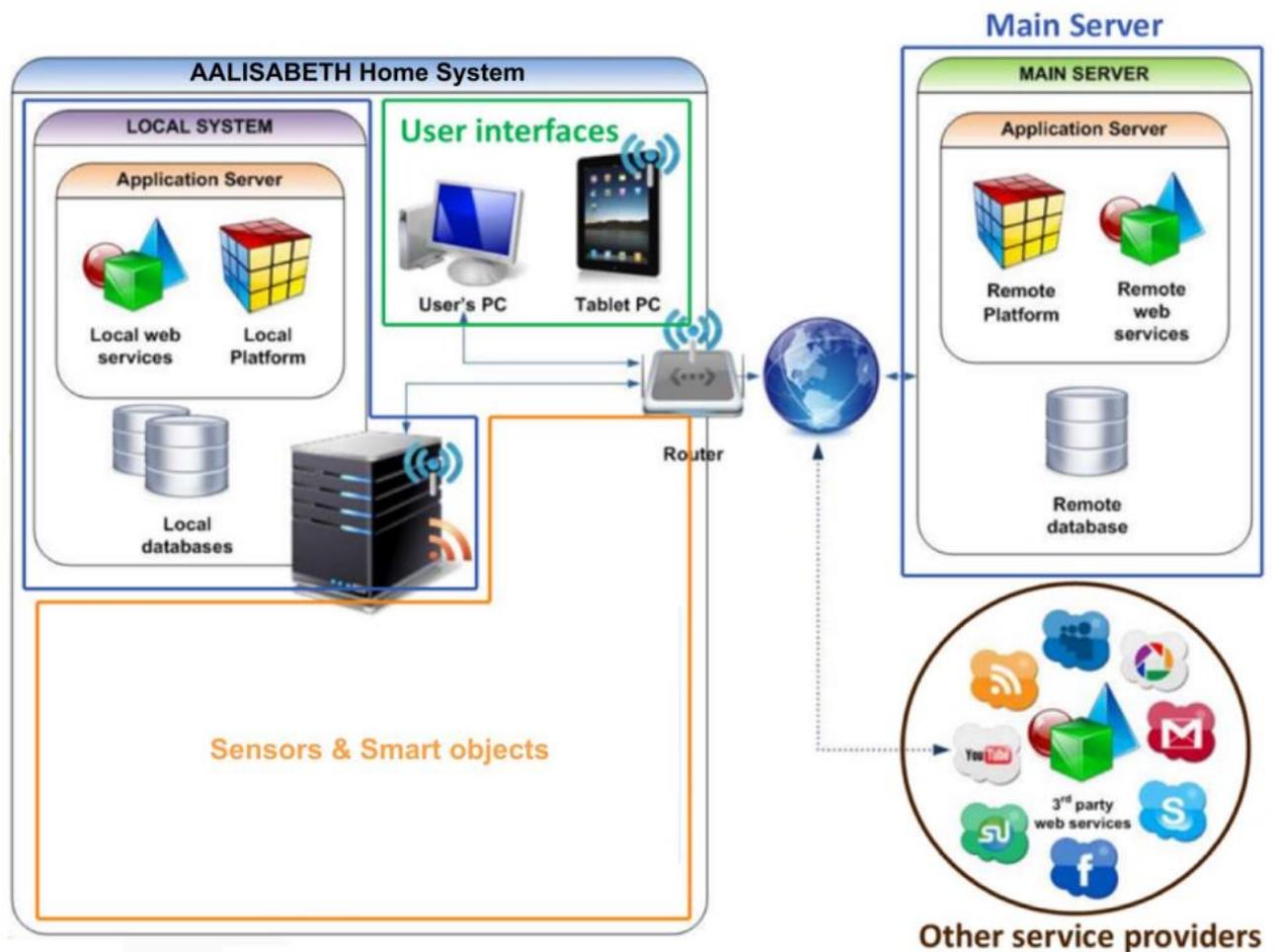
Per questo motivo è molto importante che il sistema sia stato realizzato in modo che possa distribuirsi nel modo meno invasivo possibile all'interno delle abitazioni dei pazienti selezionati, e che riesca facilmente a comunicare con l'esterno.

3.2 L'Architettura del Sistema

La strategia identificata si basa sulla visione stratificata in cui l'utente interagisce con il sistema prevalentemente attraverso gli oggetti intelligenti distribuiti nell'ambiente domestico, che sono stati ampiamente descritti nel capitolo precedente, gli oggetti raccolgono dati e li comunicano ad un database. Vengono fatte delle analisi sui dati presenti nel suddetto database e si delinea un profilo comportamentale del paziente, di modo da avere uno standard personalizzato per ciascun anziano che deve essere monitorato (*che può essere una sola persona, come più persone che convivono*). Una volta delineato un profilo per il paziente, è possibile analizzare i dati che il sistema fornisce e riscontrare un cambiamento dello stile di vita, o degli eccessi non indicati per la buona salute della persona.

Il sistema effettua analisi a livello locale, ma comunica anche con un server centrale. In accordo con la visione della “*Internet of things*”, ogni elemento del sistema verrà virtualmente mappato su una rete IPV6; gli elementi più semplici, privi di connettività IP nativa, verranno affacciati alla rete attraverso gateway appositi. Particolare attenzione è stata rivolta alla interoperabilità: la struttura infatti non prevede l'adozione obbligatoria di specifici protocolli di comunicazione, ma definisce uno spazio di informazione aperto a sistemi eterogenei. In pratica, il cuore del sistema consiste in una base di dati MySQL, alla quale ciascun sottosistema può accedere secondo le modalità di comunicazione ed i protocolli più convenienti. Anche in questo caso, i dispositivi più semplici sono assistiti dalle funzioni di

moduli con funzioni di gateway, indipendenti fra loro. La Figura sottostante sintetizza l'architettura del sistema.



In particolare, in figura viene evidenziata l'apertura a servizi remoti, attraverso i quali comunicare con familiari, medici, assistenti sanitari e interagire con altri sistemi (*per esempio per l'integrazione dei servizi forniti da AALISABETH con altri sistemi di gestione sanitaria*).

3.3 Definizione del Database

Al fine di consentire un'interazione fra i diversi elementi di campo forniti dai vari partner del progetto (sensori ed attuatori) con il sistema complesso di supervisione ed analisi comportamentale è stato utilizzato un database organizzato in modo da astrarre quanto più possibile l'informazione che deve essere scambiata ed immagazzinata rispetto a quelle che sono le caratteristiche peculiari del sensore o attuatore che la genera o utilizza. Per consentire una semplice ed efficiente estrazione ed elaborazione dei dati da parte del sistema di analisi comportamentale, si è scelto un approccio di interazione / memorizzazione quanto più semplificato nelle modalità di estrazione e comprensione. Il database scelto per realizzare

l'interscambio e la memorizzazione dello storico è MySQL della MySQL, ora acquisito da Oracle, ma sempre disponibile anche in modalità open-source gratuita. La scelta ricade su questo tipo di database per la portabilità su più piattaforme, Linux e Windows in particolare, la gratuità, la vasta disponibilità di API (application program interface) e librerie per l'interazione con lo stesso in svariati linguaggi ed ambienti operativi.

3.3.1 Organizzazione dei Dati

Ciascun oggetto fisico (e virtuale) nel sistema ha un corrispondente identificativo univoco nella forma di indirizzo IPv6 (intero a 128 bit). Ciascun oggetto può poi avere un numero arbitrario di variabili, compreso fra 1 e 2^{16} , ciascuna univocamente identificata mediante un identificativo numerico a 32 bit. Ciascuna variabile rappresenta una specifica proprietà, dell'oggetto stesso. Il tipo di ciascuna variabile può essere:

- intero con segno a 64 bit
- numero in virgola mobile in precisione singola (float)
- stringa di testo di lunghezza arbitraria

Questa scelta consente un'ampia libertà di descrizione dei dati, una facile estrazione delle informazioni semantiche con minime o nulle conversioni di formato, un buon compromesso in termini di spazio di memorizzazione richiesto, oltre a consentire in generale una lettura intellegibile diretta delle informazioni memorizzate nel database a fini di debug. Data l'eterogeneità dei dispositivi coinvolti nel sistema è altresì necessario che sia presente una descrizione dettagliata di ciascun dispositivo inserito nel sistema. Verranno quindi definite di seguito anche delle caratteristiche delle singole tipologie di dispositivi, che verranno utilizzate per inserire, in ogni installazione, un file di configurazione che associ ad ogni singolo identificativo IPv6 una descrizione formale, necessaria ad interpretare correttamente le informazioni memorizzate.

3.3.2 Tabelle del Database

il database del sistema è molto ampio, poiché deve gestire tutti gli aspetti del progetto, per questo motivo non descriverò tutte le tabelle del database, ma solo quelle utili a capire l'analisi dei dati che è l'oggetto della tesi. *(per la descrizione completa si veda il collegamento nelle pagine conclusive di questa tesi).*

Data_table

Si tratta della tabella principale. Periodicamente tutti i gateway scriveranno su tale tabella le informazioni riguardanti i loro dispositivi (e le variabili/attributi dei dispositivi stessi). Quando un gateway invia un comando di scrittura di dati al DB-Service, quest'ultimo scriverà un nuovo record (nuova riga) sulla data table.

Column Name	Datatype
record_id	INT(10)
record_timestamp	DATETIME
host_id	SMALLINT(5)
obj_id	SMALLINT(5)
var_id	SMALLINT(5)
user_id	SMALLINT(5)
timestamp	DATETIME
data	VARCHAR(256)
int_value	BIGINT(20)
real_value	DOUBLE

Mapped_sensor_data

Tabella che raccoglie i dati dopo il primo livello di analisi.

Column Name	Datatype
record_id	INT(10)
evaluation_start	DATETIME
evaluation_end	DATETIME
host_id	SMALLINT(5)
obj_id	SMALLINT(5)
var_id	SMALLINT(5)
user_id	SMALLINT(5)
data	VARCHAR(256)
int_value	BIGINT(20)
real_value	DOUBLE

Virtual_sensor_data

Tabella che raccogli i dati della mapped_sensor_data dopo una seconda fase di aggregazione.

Column Name	Datatype
record_id	INT(10)
evaluation_start	DATETIME
evaluation_end	DATETIME
virtual_var_id	SMALLINT(5)
user_id	SMALLINT(5)
data	VARCHAR(256)
int_value	BIGINT(20)
real_value	DOUBLE

Virtual_sensor

Tabella che contiene tutti i virtual sensor.

Column Name	Datatype
virtual_sensor_id	SMALLINT(5)
virtual_sensor_code	VARCHAR(100)
virtual_sensor_des	VARCHAR(255)

Virtual_sensor_variable

Tabella che associa ad ogni virtual sensor le variabili e gli oggetti corrispondenti.

Column Name	Datatype
virtual_sensor_id	SMALLINT(5)
var_id	SMALLINT(5)
obj_id	INT(11)

Condition_table

Tabella che contiene tutti le condizioni che vengono tenute sotto controllo

Column Name	Datatype
record_id	SMALLINT(5)
description	VARCHAR(255)

Diagnostic_suspicion

Tabella che contiene tutti i sospetti diagnostici.

Column Name	Datatype
record_id	SMALLINT(5)
diagnostic_suspicion	VARCHAR(255)
ordine	INT(11)
full_description	VARCHAR(255)
image	VARCHAR(255)
cut_off_value	SMALLINT(5)

Diagnostic_suspicion_data

Tabella che esprime il livello di allarme per ogni sospetto diagnostico.

Column Name	Datatype
record_id	INT(10)
alarm_level	INT(11)
diagnostic_suspicion_id	SMALLINT(11)
timestamp	DATETIME

Diagnostic_suspicion_condition

Tabella che associa ad ogni sospetto diagnostico le condizioni che lo influenzano.

Column Name	Datatype
diagnostic_suspicion_id	SMALLINT(5)
condition_id	SMALLINT(5)

Diagnostic_suspicion_parameters

Tabella che associa ad condizione dei parametri a seconda del sospetto diagnostico per la quale vengono calcolate.

Column Name	Datatype
diagnostic_suspicion_id	SMALLINT(5)
condition_id	SMALLINT(5)
prev_period	SMALLINT(5)
analysis_period	SMALLINT(5)
weight	SMALLINT(5)
diagnostic	SMALLINT(5)
user_id	SMALLINT(5)

User_table

Tabella che tiene traccia degli utenti utilizzatori del sistema.

Column Name	Datatype
user_id	SMALLINT(5)
anagrafica_id	INT(10)
surname	VARCHAR(128)
name	VARCHAR(128)
is_diabetic	SMALLINT(5)

Object_user_table

Tabella che lega i MUSA (*sensori indossabili*) all'utente utilizzatore.

Column Name	Datatype
obj_id	SMALLINT(5)
user_id	SMALLINT(5)

Analisi Tabelle

il sistema è basato su un'unica tabella che raccoglie tutti i dati "grezzi" provenienti da tutti i sensori della casa. I dati vengono analizzati giornalmente e i dati puliti vengono memorizzati

nella tabella *mapped_sensor_data* in attesa di un secondo livello di analisi. Il secondo livello di analisi raggruppa i dati secondo determinati criteri, e li pone nella tabella *virtual_sensor_data*.

La tabella *virtual_sensor* contiene tutti i sensori virtuali che vengono considerati durante la seconda fase di analisi (*ad esempio, il sensore di peso posizionato sotto il cuscino della poltrona viene associato alla virtual sensor "watchTV"*), e la tabella *virtual_sensor_variable* associa gli id dei virtual sensor al dispositivo e alla variabile corrispondente.

La tabella *condition_table* contiene gli id e la descrizione degli aspetti dei vari sensori che vanno monitorati per poter essere in grado di prevenire le patologie oggetto dello studio.

La tabella *diagnostic_suspicion* contiene l'elenco di tutti i sospetti diagnostici che è possibile calcolare, ovvero di tutte le malattie della quale è possibile rilevare i sintomi. La tabella *diagnostic_suspicion_condition* associa ad ogni sospetto diagnostico le condizioni che è necessario monitorare per poter prevenire la patologia. Nella tabella *diagnosti_suspicion_parameters* sono specificati i parametri che regolano l'influenza di una determinata condizione a seconda del sospetto diagnostico di cui si parla, infatti una stessa condizione può avere due pesi diversi a seconda della patologia.

La tabella *user_table* e la tabella *object_user_table* sono utili per tenere traccia degli utenti utilizzatori del sistema e dei dispositivi MUSA che essi indossano.

4. SOFTWARE DI ANALISI DEI DATI

4.1 Sospetti Diagnostici

Per il progetto AALisabeth, sono stati studiati dei sospetti diagnostici, ovvero delle patologie reputate individuabili grazie alla sola casa intelligente, senza bisogno dell'intervento del medico. Sono appunto chiamati sospetti, in quanto non si ha la certezza che la malattia sia veramente presente nel paziente, ma lo studio del suo comportamento spinge a credere che possa esserne affetto, e quindi il sistema avvisa il medico o il caregiver per programmare un controllo.

Le informazioni che sono presenti in seguito riguardano in prima istanza l'identificazione del sospetto (es. ipoglicemia, ipertrofia prostatica) e la relativa descrizione, poi sono state individuate alcune condizioni comportamentali monitorabili attraverso i sensori e gli "smart objects" installati all'interno dell'ambiente domestico. Successivamente, vengono elencati i sensori atti al monitoraggio della corrispondente condizione comportamentale e le relative descrizioni.

Nel caso in cui si ritiene che tali condizioni siano state soddisfatte, vengono riportate le conseguenti azioni da intraprendere, specificando gli attori coinvolti. Infine, si considerano eventuali suggerimenti e aspetti non rilevabili all'interno del contesto domestico.

Gli scenari individuati riguardano le principali patologie (metaboliche, circolatorie o cognitive lievi) che possono essere riscontrate negli utenti ai quali il progetto è rivolto, ovvero le persone che hanno compiuto 65 anni ma non soggette a malattie croniche o gravi, o disabilità importanti. Essi sono:

- Ipoglicemia;
- Iperglicemia;
- Depressione;
- Cistite;
- Riduzione dell'autonomia fisica;
- Arresto cardiaco;
- Ipertrofia prostatica.

Nei paragrafi di seguito è presente una descrizione di ciascuno scenario.

Scenario 1: Ipoglicemia

Ipoglicemia

Descrizione del sospetto diagnostico:	Un soggetto diabetico in trattamento con farmaci ha una crisi ipoglicemica se il valore della sua GLICEMIA scende al di sotto di 70 mg/dl.	
Condizioni comportamentali:	INDICAZIONI MEDICHE	INDICAZIONI QUANTITATIVE
	C0: ha preso il farmaco prescritto	C.0:
	C.1.a : Saltare i pasti; C.1.b : quantità di cibo molto ridotte	C.1.a: l'utente non registra il pasto; PERIODO: pasto per pasto C.1.b: dimezzamento della quantità di carboidrati rispetto alla sua abituale alimentazione o alla dieta se prescritta PERIODO: giorno per giorno;
	C.2: Acuta diminuzione della velocità di movimento	C.2: Metà della velocità media di percorrenza di quel particolare tratto prestabilito PERIODO: istantaneo rispetto la media (ogni volta che percorro quel particolare tratto).
	C.3: Apertura in orario notturno del frigo o di dispense dove è presente cibo	C.3: almeno una volta PERIODO: notte
Sensori coinvolti:	NOME:	
	S0: Erogatore medicinali	
	S.1: Tavoletta per il posizionamento e peso del cibo	
	S.2: Sensore indossabile con accelerometro (MUSA)	
S.3: Sensore FrigoBox ed sensori di apertura applicati alle dispense della cucina		
Definizione delle azioni:	C0 AND (C1 OR C2 OR C3)	
Suggerimenti e riflessioni:		
Note:	Le condizioni C.1.a e C.1.b sono disgiuntive;	
	La condizione C.2 viene calcolata solo in particolari "tratti" dell'abitazione opportunamente scelti in base all'architettura della casa e alla disposizione del mobilio. Non aver registrato il pasto e aver aperto il frigo/ dispense comporta un "ALERT" (negativo).	

Scenario 2: Iperglicemia

Iperglicemia

Descrizione del sospetto diagnostico:	Una persona non diabetica a digiuno ha il valore della sua glicemia superiore a 126 mg/dl.
Condizioni comportamentali:	<p>INDICAZIONI MEDICHE:</p> <p>C.1 Quantità di cibo più abbondanti</p> <p>C.2 Aumento di peso</p> <p>C.3 Aumento di diuresi sia di giorno che di notte (senza cause dirette quali frutta e verdura o prostata)</p> <p>C.4 Utente beve molto e anche bevande zuccherate</p> <p>INDICAZIONI QUANTITATIVE:</p> <p>Incremento del 30% rispetto alla media o alla dieta se prescritta</p> <p>PERIODO: un mese</p> <p>Incremento del 5-7% rispetto al peso medio;</p> <p>PERIODO: da 1 a 3 mesi</p> <p>Raddoppiamento del numero delle diuresi rispetto alla media;</p> <p>Più di 3 litri di bevande</p>
Sensori coinvolti:	<p>NOME:</p> <p>S.1 Tavoletta per il posizionamento e peso del cibo</p> <p>S.2 Bilancia</p> <p>S.3. a Sensore di presenza nel bagno</p> <p>S.3. b Tavoletta, riconoscimento cibo: che non rileva frutta/verdura</p> <p>S.4 Tavoletta/bicchieri: riconoscimento acqua/bibita</p>
Definizione delle azioni:	
Suggerimenti e riflessioni:	
Note:	<p>Se l'utente va in bagno di notte più di 3 volte in una settimana-> "alert importante"; il peso diventa molto rilevante se una persona che non va mai in bagno inizia ad andare in bagno 1 o più volte per tutte le notti -> "alert importante"</p> <p>bibite zuccherate = succo di frutta + te zuccherata + bibite gassate;</p>

Scenario 3: Depressione

Depressione

Descrizione del sospetto diagnostico: Condizioni comportamentali:	INDICAZIONI MEDICHE:	INDICAZIONI QUANTITATIVE:
	C.1 (!) Aumento crescente della permanenza al letto	PERIODO: da 2 a 6 mesi
	C.2 Variazione del peso corporeo (aumento\diminuzione) in maniera consistente	Incremento del 5-7% PERIODO: da 1 a 3 mesi
	C.3 Mangia sempre le stesse cose	PERIODO: da 2 a 6 mesi
	C.4(!) Rimane seduto davanti al televisore per molto tempo	Il doppio del tempo usuale PERIODO: 2 a 6 mesi
Sensori coinvolti:	C.5 Misura molte volte la pressione arteriosa o la glicemia (non è diabetico)	Numero delle misurazioni maggiore o uguale a 2 PERIODO: giorno
	NOME:	
	S.1 Sensore presenza letto	
	S.2 Bilancia	
	S.3 Tavoletta	
Definizione delle azioni: Suggerimenti e riflessioni:	S.4 Sensore presenza divano/sedia in prossimità della televisione	
	S.5 Glucometro, sfigmomanometro	
	C1 or C4 or ((C2andC3)or(C2and 5)or(C3andC5))	
Note:	Se la condizione C.5 avviene una volta al giorno, allora l'utente può essere considerato nevrotico;	

Scenario 4: Cistite

Cistite

Descrizione del sospetto diagnostico: Condizioni comportamentali:	INDICAZIONI MEDICHE:	INDICAZIONI QUANTITATIVE:
	C.1(!) Aumento notevole della frequenza della minzione	Incremento di 3- 4 volte in più rispetto alla normalità; PERIODO: 2 giorni consecutivi
	C.2 Assenza variazione di quantità di cibo	Vengono presi in considerazione gli alimenti con carboidrati (se diabetico), frutta e verdura (se non è diabetico) PERIODO: 2 giorni consecutivi
	C.3 Assenza di un valore alto della glicemia	Valore della glicemia inferiore a 200 mg/dl
Sensori coinvolti:	NOME:	
	S.1 Sensore di presenza nel bagno	
	S.3 Tavoletta: quantità di cibo	
	S.4 Glucometro	
Definizione delle azioni:	C1 and C2 [and C3]	
Suggerimenti e riflessioni:		
Note:	Se abbiamo il dato della condizione C.3 , esso è considerato attendibile se è dello stesso giorno	

Scenario 5: Riduzione dell'autonomia fisica

Riduzione dell'autonomia fisica

Descrizione del sospetto diagnostico: Condizioni comportamentali:	INDICAZIONI MEDICHE:	INDICAZIONI QUANTITATIVE:
	C.1 (!) Diminuzione della velocità di movimento	Vengono presi in considerazione i trend calcolati sui 30 giorni precedenti. PERIODO: almeno un anno
	C.2 Aumento della permanenza sul letto	Vengono presi in considerazione i trend calcolati sui 30 giorni precedenti.
	C.3 Sedere davanti al televisore spento	Vengono presi in considerazione i trend calcolati sui 30 giorni precedenti.
Sensori coinvolti:	C.4 Diminuzione progressiva della frequenza dell'accesso al bagno	Vengono presi in considerazione i trend calcolati sugli 30 giorni precedenti.
	NOME:	
	S.1 Sensore movimento (Musa)	
	S.2 Sensore di presenza (letto)	
Definizione delle azioni: Suggerimenti e riflessioni:	S.3 - Sensore presenza sedia/poltrona vicino il televisione - presa di consumo del televisore	
	S.4 - Sensore porta bagno	
Note:	C1 or c2 or c3 or c4	
		La condizione C2 viene calcolata solo in particolari "tratti" dell'abitazione opportunamente scelti in base all'architettura della casa e alla disposizione del mobilio.

Scenario 6: Ipertrofia prostatica – Prolasso Vescicale

Ipertrofia prostatica(M)/prolasso vescicale(F)

Descrizione del sospetto diagnostico: Condizioni comportamentali:	INDICAZIONI MEDICHE:	INDICAZIONI QUANTITATIVE:
	C.1 (!) Aumento notevole della frequenza delle minzioni	Incremento di 3- 4 volte in più rispetto alla normalità; ANDAMENTO: cresce e si normalizza PERIODO: 60 giorni consecutivi
	C.2 Assenza variazione di quantità di cibo	Vengono presi in considerazione gli alimenti con carboidrati (se diabetico), frutta e verdura (se non è diabetico)
	C.3 Assenza di un valore alto della glicemia	Valore della glicemia inferiore a 200 mg/dl
Sensori coinvolti:	NOME:	
	S.1 Sensore di presenza nel bagno	
	S.2 Tavoletta	
	S.3 Glucometro	
Definizione delle azioni: Suggerimenti e riflessioni:	C1 and C2 [and C3]	
Note:	Le variazioni (sia negativa che positive) della condizione C.1 devono essere comunicate.	

Scenario 7: Scompenso cardiaco

Scompenso cardiaco

Descrizione del sospetto diagnostico: Condizioni comportamentali:	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="708 342 1002 398">INDICAZIONI MEDICHE:</th> <th data-bbox="1018 342 1428 398">INDICAZIONI QUANTITATIVE:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="708 398 1002 454">C.1 Frequenti minzioni durante la notte</td> <td data-bbox="1018 398 1428 454">Raddoppiamento del numero delle diuresi rispetto alla media;</td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 454 1002 589">C.2 Aumento del peso senza aumentare la quantità di cibo e bevande</td> <td data-bbox="1018 454 1428 589">Incremento del 5-7% rispetto il valore assoluto PERIODO: da 1 a 3 mesi</td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 589 1002 678">C.3 Diminuzione della velocità di movimento</td> <td data-bbox="1018 589 1428 678">Vengono presi in considerazione i trend calcolati sugli 30 giorni precedenti.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 678 1002 768">C.4 Aumento del tempo passato seduto</td> <td data-bbox="1018 678 1428 768">Vengono presi in considerazione i trend calcolati sugli 30 giorni precedenti.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 768 1002 837">C.5 Dorme sulla sedia (dorme seduto)</td> <td data-bbox="1018 768 1428 837">Di notte è sulla poltrona o sulla sedia PERIODO: 7 giorni</td> </tr> </tbody> </table>	INDICAZIONI MEDICHE:	INDICAZIONI QUANTITATIVE:	C.1 Frequenti minzioni durante la notte	Raddoppiamento del numero delle diuresi rispetto alla media;	C.2 Aumento del peso senza aumentare la quantità di cibo e bevande	Incremento del 5-7% rispetto il valore assoluto PERIODO: da 1 a 3 mesi	C.3 Diminuzione della velocità di movimento	Vengono presi in considerazione i trend calcolati sugli 30 giorni precedenti.	C.4 Aumento del tempo passato seduto	Vengono presi in considerazione i trend calcolati sugli 30 giorni precedenti.	C.5 Dorme sulla sedia (dorme seduto)	Di notte è sulla poltrona o sulla sedia PERIODO: 7 giorni
INDICAZIONI MEDICHE:	INDICAZIONI QUANTITATIVE:												
C.1 Frequenti minzioni durante la notte	Raddoppiamento del numero delle diuresi rispetto alla media;												
C.2 Aumento del peso senza aumentare la quantità di cibo e bevande	Incremento del 5-7% rispetto il valore assoluto PERIODO: da 1 a 3 mesi												
C.3 Diminuzione della velocità di movimento	Vengono presi in considerazione i trend calcolati sugli 30 giorni precedenti.												
C.4 Aumento del tempo passato seduto	Vengono presi in considerazione i trend calcolati sugli 30 giorni precedenti.												
C.5 Dorme sulla sedia (dorme seduto)	Di notte è sulla poltrona o sulla sedia PERIODO: 7 giorni												
Sensori coinvolti:	NOME: S.1 Sensore di presenza nel bagno S.2 Tavoletta bilancia S.3 Sensore di movimento (Musa) S.4 - Sensore presenza sedia/poltrona - presa di consumo del televisore S.5 Sensore presenza sedia												
Definizione delle azioni:	C.5 or ((C.1 and C.2) or (C.1 and C.3) or (C.1 and C.4) or (C.2 and C.3) or (B and C.4) or (C.2 and C.4))												
Suggerimenti e riflessioni:													
Note:	se va in bagno di notte più di 3 volte in una settimana -> c'è qualcosa che non funziona (alert generico); il peso diventa molto rilevante se una persona che non va mai in bagno inizia ad andare in bagno 1 o più volte per tutte le notti -> "alert importante" La condizione C.3 viene calcolata solo in particolari "tratti" dell'abitazione opportunamente scelti in base all'architettura della casa e alla disposizione del mobilio.												

4.2 Workflow di identificazione del sospetto diagnostico

Dopo aver descritto il concetto di “sospetto diagnostico” abbiamo tutti gli elementi e i concetti per spiegare al meglio il processo di analisi dei dati che porta all’individuazione delle possibili patologie.

I primi dati che vengono inseriti nel Database sono quelli provenienti direttamente dai sensori, che vengono memorizzata nella *data_table*. Ciascun sensore ha un identificatore univoco (*obj_id*) con cui è memorizzato all’interno di una tabella del database, e gli vengono associate una o più variabili (*var_id*) che indicano un determinato aspetto. Ogni sensore può inviare dati diversi e con frequenza diversa, ecco perché è stato necessario stilare una tabella contenente la descrizione sulle modalità di inserimento dati all’interno del DB.

Inserimento dei primi dati - *data_table*

DATA_TABLE					
NOME	Obj_id	Var_id	Data	Int_value	Real_value
Localizzazione (Varchi)	110	17	/	/	/
	111				
	112				
	113				
Bagno	114	17	/	/	/
	115				
	118	14	/	Sciacquone	/
Letto (CARE)	1011	20013	Cella Peso 1	/	/
		20014	Cella Peso 2		
		20015	Cella Peso 3		
		20016	Cella Peso 4		
Erogatore di Pillole	10001	20003	Erogazione	/	/
		20004	Assunzione		
Alimentazione					
Bilancia per Cibo	10009	20001	categoria foodID Tag RFID	Peso Totale (g)	Peso Carboidrati (g)
		20002			
		20011			
Tavoletta MIDA	1010	20018	Tag RFID	/	/
		20019			
Aperture					
Poltrona TV	103	16	/	Seduta/Alzata	/
Frigorifero	106	14	/	Apertura/Chiusura	/
Cassetto Dispensa	101				
Sensori Clinici					
Bilancia per Persone	10 005	20 005	/	/	Peso (kg)
Sfigmomanometro	10 006	20 006	/	/	Sistolica
		20 007	/	/	Diastolica
		20 008	/	/	Battito Cardiaco
Glucometro	10 008	20 012	/	Glicemia	/
Pulsossimetro	10 010	20 017	/	Ossigeno	/
		20 008	/	Battito Cardiaco	/

Data Table - Annotazioni

Localizzazione: i varchi sono posizionati a coppie (Varco A: 110-111, Varco B: 112-113), non è necessario accedere ai valori memorizzati in data, int_value o real_value in quanto non sono interessanti per il nostro caso.

Bagno: la prima coppia di obj_id è il varco di ingresso/uscita del bagno (114-115), mentre l'obj_id 118 rappresenta lo sciacquone (vengono memorizzati due record ad ogni pressione con int_value 1 e 0, ma è interessante uno solo dei due).

Letto: utilizza un unico obj_id e più var_id per indicare il valore delle 4 celle di carico. Scrive sul Database ogni x secondi indicando nel campo data il valore di ogni cella di carico.

Erogatore di Pillole: scrive un record all'erogazione (var_id: 20003) e uno all'assunzione (var_id: 20004). Non implementato.

Bilancia per Cibo: la bilancia scrive 3 record, le 3 variabili 20001,20002,20011 indicano rispettivamente Peso Totale, Peso Carboidrati, categoria | foodID | Tag RFID.

Tovaglietta Cibo: La tovaglietta scrive quando il piatto viene posato su di essa o quando viene tolto. Utilizza la variabile 20018 (Tag In) quando viene posato, e la variabile 20019 (Tag Out) quando viene alzato.

Poltrona TV: la poltrona scrive quando ci si siede (int_value = 0) o quando ci si alza (int_value = 1).

Frigo e Cassetto: Il frigorifero e il cassetto scrivono (allo stesso modo) all'apertura (int_value = 1) e alla chiusura (int_value = 0).

Sensori Clinici: tutti i sensori clinici scrivono a seguito di misurazioni.

Identificazione Utente

Alcuni sensori non riescono a gestire l'identificazione dell'utente, per cui quest'ultima viene gestita separatamente:

OBJECT_ASSOCIATION_TABLE		
NOME	Obj_id Dispositivo	Obj_id Identificatore
Poltrona TV	103	109
Frigorifero	106	120
Tovaglietta Cibo	1010	108
Letto(CARE)	1011	121

Per cercare l'utente che ha svolto le cose in elenco, occorre cercare i record con gli obj_id dell'elenco degli identificatori e collegarli a quelli che contengono i dati.

Primo Livello di Aggregazione - *mapped_sensor_data*

MAPPED_SENSOR_DATA					
NOME	Obj_id	Var_id	Data	Int_value	Real_value
Localizzazione (Varchi)	110	17	/	Tempo impiegato (s)	Velocità (m/s)
	111				
	112				
	113				
Bagno	118	14	/	1	/
Letto (CARE)	1011	20013	/	1	Tempo Permanenza (s)
Erogatore di Pillole	/	/	/	/	/
Alimentazione					
Alimentazione (Bilancia + Tavoletta)	10009	20002	categoria foodID Tag RFID	Peso Totale (g)	Peso Carboidrati (g)
Aperture					
Poltrona TV	103	16	/	1	Tempo Permanenza (s)
Frigorifero	106	14	/	1	Tempo Apertura (s)
Cassetto Dispensa	101		/	1	/
Sensori Clinici					
Peso Corporeo	10 005	20 005	/	/	Peso
Pressione	10 006	20 006	/	Sistolica	Diastolica
Glicemia	10 008	20 012	/	Glicemia	/
Battito Cardiaco	10 006	20 008	/	Battito	/
	10 010				
Saturazione Ossigeno	10 010	20 017	/	Ossigeno	/

Mapped Sensor Data - Annotazioni

Localizzazione: viene inserito un record per ogni passaggio dal varco A al varco B che registra il tempo impiegato nell'int_value (in secondi) e la velocità nel real_value (in metri al secondo)

Bagno: viene registrato un record per ogni volta che si ha un accesso al bagno e si tira lo sciacquone.

Letto: viene registrato un record per ogni periodo consecutivo di permanenza a letto (di almeno 5 minuti), e viene memorizzato nel real_value il tempo di permanenza (in secondi).

Identificazione Utente – Letto (CARE)

Il Letto gestisce l'identificazione utente inserendo un record sul database record (*obj_id* 121) dove cerca e inserisce il MUSA più vicino ad essa. Una volta mandato il primo record, ogni 5 minuti, fintanto che c'è qualcuno sul letto, manda altri record, con l'utente che rileva.

Erogatore di Pillole: soluzione non implementata.

Bilancia + Tavoletta: in questa prima fase di aggregazione ci occupiamo di accorpare i record della pesatura e della tovaglietta, in quanto essi esprimono effettivamente un piatto, per cui riportiamo nel campo data la combinazione di categoria | foodID | Tag RFID (con foodID = 0 se il piatto non viene pesato), e nei campi int_value e real_value riportiamo rispettivamente il peso totale del cibo e il peso dei carboidrati (entrambi in grammi). Questi due campi potrebbero essere vuoti nel caso in cui il piatto non venga pesato (ma almeno manteniamo l'informazione del pasto, con la categoria di alimento). Se si pesa lo stesso piatto (stesso Tag RFID), devono passare almeno **15 minuti** tra una pesata e l'altra, per considerare le due pesate entrambe valide (in caso contrario si considera la più recente). Se un piatto che è stato poggiato sulla *tavoletta MIDA* non è stato pesato nelle **2 ore** precedenti, allora non è stato pesato affatto.

Identificazione Utente – Tavoletta MIDA

La tavoletta MIDA gestisce l'identificazione dell'utente. Al primo piatto poggiato, la tavoletta manda un record (*obj_id* 108) dove cerca e inserisce il MUSA più vicino ad essa. Una volta mandato il primo record, ogni 5 minuti, fintanto che c'è il piatto poggiato, manda altri record, con l'utente che rileva.

Poltrona TV: viene registrato un record per ogni periodo continuativo di permanenza sulla poltrona davanti alla TV, inoltre viene memorizzato nel campo real_value il tempo di permanenza (in secondi).

Identificazione Utente – Poltrona

La Poltrona gestisce l'identificazione dell'utente. Quando c'è una variazione significativa di peso, l'identificatore della poltrona manda un record (*obj_id* 109) dove cerca e inserisce il MUSA più vicino ad esso.

Frigo e Cassetto: Il frigorifero e il cassetto scrivono (allo stesso modo) un record per ogni volta che vengono aperti e chiusi in sequenza (il frigo inoltre, riporta nel campo real_value il tempo nel quale è stato aperto – in secondi) .

Identificazione Utente – Frigorifero

Il frigorifero gestisce l'identificazione dell'utente. Quando c'è un'apertura, l'identificatore del frigo manda un record (*obj_id* 120) dove cerca e inserisce il MUSA più vicino ad esso.

Sensori Clinici: per i sensori clinici, vengono diversificati i valori delle misurazioni non più in base allo strumento con la quale sono stati acquisiti, ma in base al tipo di informazione che esprimono (si tiene traccia dello strumento con la quale un determinato valore è stato misurato grazie all'*obj_id*). Per fare un esempio, il battito cardiaco può essere misurato sia con lo Sfigmomanometro che con il Pulsossimetro. I record del battito cardiaco presenteranno la stessa var_id, e *obj_id* = 10006 nel caso di Sfigmomanometro, o *obj_id* = 10008 in caso di Pulsossimetro.

Secondo Livello di Aggregazione - *virtual_sensor_data*

VIRTUAL_SENSOR_DATA				
NOME	V_Var_id	Data	Int_value	Real_value
Localizzazione	3	Tempo Medio	Numero Passaggi	Velocità Media
Bagno	10	/	Utilizzi Totali	Utilizzi Notturmi
Letto(CARE)	5	Durata Massima	Numero Utilizzi	Durata Totale
Erogatore di Pillole	1	/	/	/
Alimentazione				
Assunzione di Cibo	2	Salto dei Pasti	Peso Totale Cibo	Peso Tot Carboidrati
Varietà Cibo	18	/	Piatti Diversi	/
Frutta e Verdura	16	/	Peso Totale Frutta e Verdura	/
Bevande	17	/	Peso Totale bevande	/
Aperture				
Poltrona TV	7	Tempo Notturmo	Numero Utilizzi	Durata Totale
Frigorifero e Dispensa	4	/	Aperture Totali	Aperture Notturme
Sensori Clinici				
Peso Corporeo Medio	6	/	Count	Peso Medio
Glicemia Media	9	/	count	Glicemia Media
Frequenza Misurazioni di Pressione e Glicemia	11	/	count	/
Pressione Media	12	Sistolica Media	count	Diastolica Media
Glicemia Alta/Bassa	13	/	Min Value	Max Value
Battito Cardiaco Medio	14	/	count	Battito Medio
Ossigeno Medio	15	/	count	Ossigeno Medio

Virtual Sensor Data - Annotazioni

Dopo il primo livello di aggregazione, abbiamo dei dati semi-puliti su cui lavorare. A questo punto si può fare qualsiasi tipo di aggregazione a seconda delle necessità. Questo secondo livello di aggregazione, in generale, viene eseguito giornalmente. Di seguito la descrizione dei dati raccolti nel dettaglio:

Localizzazione: viene inserito un record al giorno che riassume le informazioni presenti. Si memorizzano nel campo *data* il tempo medio di passaggio, nell'*int_value* il numero di passaggi, e nel *real_value* la velocità media.

Bagno: viene registrato un record giornaliero che conta rispettivamente nell'*int_value* il numero di utilizzi totali, e nel *real_value* il numero di utilizzi notturni.

Letto: viene registrato un record giornaliero dove si memorizzano rispettivamente nel campo *data* la Durata dell'utilizzo più prolungato, nell'*int_value* il numero di utilizzi totali, mentre nel *real_value* la somma del tempo che una persona è stata nel letto.

Erogatore di Pillole: soluzione non implementata.

ALIMENTAZIONE

Per quanto riguarda l'alimentazione, vengono raggruppati i dati in diversi modi, a seconda delle necessità, nel dettaglio avremo:

Assunzione di Cibo: viene memorizzato un record che contiene:

- Nel campo *data* una stringa che indica il salto dei pasti in questo modo:
 - 0|0|0|0|0|0 (inserisco 6 valori separati da "|" che se sono 0 indicano il pasto saltato, mentre se sono 1 indicano che il pasto è stato fatto), le 6 fasce di pasto sono:

▪ Colazione:	6:00 – 9:30
▪ Spuntino Mattutino:	9:31 – 12:30
▪ Pranzo:	12:31 – 15:00
▪ Merenda:	15:01 – 19:00
▪ Cena:	19:01 – 21:30
▪ Spuntino Serale:	21:31 – 23:59
- Nel campo *int_value* il peso totale del cibo assunto oggi.
- Nel campo *real_value* il peso totale dei carboidrati assunti oggi.

Varietà Cibo: non implementato.

Frutta e Verdura: non implementato.

Bevande: non implementato.

Poltrona TV: viene registrato un record giornaliero che memorizza nel campo *data* la Durata della permanenza più lunga, nel campo *int_value* il numero di utilizzi totali e nel campo *real_value* la somma del tempo passato seduto durante la giornata.

Frigorifero e Dispensa: Viene memorizzato un unico record giornaliero (in quanto non interessano le informazioni separate) che contiene nel campo *int_value* il numero di aperture totali, mentre nel campo *real_value* il numero di aperture notturne.

Sensori Clinici: per i sensori clinici fare riferimento alla tabella della pagina precedente in quanto autoesplicativa.

Avendo un quadro completo del modo in cui vengono aggregati i dati si può passare a descrivere il funzionamento generale dell'algoritmo di analisi.

Come accennato nella pagina precedente, giornalmente viene effettuata l'analisi dei dati del giorno prima, normalmente il software viene lanciato di notte, di modo da poter analizzare tutti i dati del giorno prima.

Una volta che la *virtual_sensor_data* è stata riempita con i dati giornalieri, è possibile iniziare l'analisi partendo dai sospetti diagnostici. Per ogni sospetto diagnostico esistono diverse condizioni da considerare, prese dal seguente elenco:

1	Prendere le pillole
2	Saltare i pasti
3	Quantità di cibo molto ridotte
4	Acuta diminuzione della velocità di movimento
5	Apertura in orario notturno del frigo o di dispense dove è presente il cibo
6	Quantità di cibo più abbondanti
7	Aumento di peso
8	Aumento di diuresi sia di giorno che di notte (senza cause dirette quali frutta e verdura o prostata)
9	Utente beve molto e anche bevande zuccherate
10	Aumento crescente della permanenza a letto
11	Variazione del peso corporeo (aumento/diminuzione) in maniera consistente
12	Mangiare sempre le stesse cose
13	Rimane seduto davanti al televisore per molto tempo
14	Misura molte volte la pressione arteriosa o la glicemia (non è diabetico)
15	Aumento notevole della frequenza di minzione
16	Incremento di quantità di cibo (se diabetico)
17	Valore alto della glicemia
18	Diminuzione progressiva della frequenza dell'accesso al bagno
19	Assenza variazione di quantità di cibo
20	Assenza di un valore alto della glicemia
21	Frequenti minzione durante la notte
22	Aumento di peso senza aumentare la quantità di cibo e bevande
23	Dorme sulla sedia (dorme seduto)

***condition_table*: elenco condizioni**

Il numero a fianco alla descrizione è l'identificatore univoco della condizione, ed è usato per associarle ai sospetti diagnostici.

Per ogni sospetto diagnostico si consulta la tabella *diagnostic_suspicion_parameters* per identificare quali condizioni occorre analizzare e in quale misura, infatti ogni condizione può avere diversi parametri a seconda del sospetto diagnostico a quale si riferiscono, quali:

- **Periodo di Analisi:** ogni *condition* ha un periodo di analisi che potrebbe variare, in quanto non tutti richiedono che siano analizzati solo i dati del giorno che è appena passato, ma alcuni necessitano un'analisi di periodi più lunghi nell'insieme. Ad esempio, la *condition* numero 1 (*Prendere le pillole*) è una condizione che va monitorata giorno per giorno, e quindi ha un periodo di analisi pari a 1, mentre la *condition* numero 7 (*Aumento di peso*) ha un periodo di analisi di 90 giorni, per cui in questo caso si calcolerà ogni giorno la variazione percentuale del peso corporeo della persona negli ultimi 90 giorni.
- **Periodo Precedente:** come per il periodo di analisi, esiste un periodo precedente, necessario per creare un termine di paragone a cui confrontare i dati correnti. Ritornando all'esempio precedente, si nota che questo periodo può variare a seconda della *condition* in oggetto, infatti per la *condition* 1 (*Prendere le pillole*) non è interessante considerare se precedentemente sono o non sono state prese, quindi il periodo precedente varrà 0, mentre per quanto riguarda la *condition* 7 (*aumento di peso*) è importante avere un peso precedente su cui fare il paragone, per cui il periodo precedente è di 90 giorni. Quindi quando si analizza l'aumento di peso, si avranno due valori, il primo corrisponde alla media delle misurazioni degli ultimi 90 giorni (*periodo di analisi*) e il secondo è la media delle misurazioni dei 90 giorni precedenti (*periodo precedente*). Tramite questi due valori è possibile calcolare una variazione percentuale
- **Importanza:** a seconda del sospetto diagnostico, una determinata condizione può avere un peso più o meno grande, ed ecco perché nella tabella dei parametri viene indicato nel campo *weight* il peso dell'influenza che ha una certa condizione sul sospetto diagnostico che si sta analizzando.

La tabella viene riempita con dei valori elaborati a seguito di un attenta e ponderata analisi del medico coadiuvato dalla parte informatica che seguiva il progetto, tabella che riporto di seguito assieme alla tabella dei sospetti diagnostici per avere sott'occhio gli ID relativi.

1	Ipoglicemia
2	Iperglicemia
3	Depressione
4	Cistite
5	Riduzione dell'autonomia fisica
6	Ipertrofia prostatica – Prolasso Vescicale
7	Scompenso cardiaco

diagnostic_suspicion

diagnostic_suspicion_id	condition_id	prev_period	analsys_period	weight	diagnostic
1	1	0	1	60	1
1	2	0	1	80	4
1	3	60	1	60	50
1	4	90	1	50	50
1	5	0	1	100	1
2	6	30	30	90	30
2	7	90	90	100	7
2	8	60	7	100	4
2	9	0	1	100	3
3	10	60	60	100	30
3	11	90	90	50	7
3	12	0	180	60	100
3	13	60	60	100	100
3	14	0	1	50	2
4	15	30	2	100	3
4	16	30	2	15	100
4	17	0	1	20	300
5	4	180	180	100	40
5	10	60	60	100	30
5	13	30	30	100	30
5	18	30	30	80	100
6	15	30	60	100	3
6	19	2	2	100	100
6	20	7	7	100	200
7	4	30	30	40	60
7	13	30	30	50	30
7	21	30	7	95	4
7	22	90	90	30	7
7	23	0	7	95	3

diagnostic_suspicion_parameters

Il campo *diagnostic* è il valore con la quale occorre confrontare il dato ottenuto dall'analisi, per capire la percentuale di influenza della condizione sul sospetto diagnostico. Ad esempio, per quanto riguarda l'aumento di peso, il *diagnostico* ha un valore di 7, il che significa che un

aumento di peso del 7% corrisponde all'aumento di peso che raggiunge la soglia massima di gravità (*questo vale ovviamente anche per valori superiori al 7%, ma l'influenza è sempre la stessa*).

Per meglio capire il funzionamento di queste formule, vediamo un esempio completo sul sospetto diagnostico numero 1, ovvero l'**ipoglicemia**. Definiamo le seguenti variabili:

$w_x = \text{peso condizione } x$

$v_x = \text{valore condizione } x$

L'ipoglicemia è influenzata dalle seguenti condition:

- 1 – prendere le pillole
- 2 – saltare i pasti
- 3 – quantità di cibo molto ridotte
- 4 – acuta diminuzione della velocità di movimento
- 5 – apertura in orario notturno di frigo o dispensa dove è presente cibo

Analizziamo singolarmente ciascuna condizione, stando attenti all'importanza e al *diagnostico*:

1 – **prendere le pillole**: non è importante il periodo precedente (0) e il periodo di analisi è di 1 giorno, quindi è importante solo se il paziente ha preso le pillole nell'ultimo giorno oppure no. Ipotizziamo che il paziente abbia assunto le pillole, il valore sarà 1, il diagnostico vale 1, quindi la condizione 1 ha una percentuale pari al **100%**. Questa *condition* ha un peso del 60%, quindi: $w_0 = 0.6$ e $v_0 = 1$

2 – **saltare i pasti**: anche in questo caso il periodo precedente (0) non è importante. Il periodo di analisi è di 1 giorno, quindi è interessante quanti pasti l'anziano ha effettuato durante l'ultimo giorno che confrontato con il *diagnostico* che vale 4 genererà una percentuale di pasti saltati secondo la seguente formula: $1 - \frac{x}{4}$ con un valore minimo di 0%, ipotizzando che il paziente abbia fatto 3 pasti, si ottiene una percentuale del **25%**. La *condition* ha un peso dell'80%, quindi: $w_1 = 0.8$ e $v_1 = 0.25$

3 – **quantità di cibo molto ridotte**: in questo caso è invece necessario considerare un periodo precedente di 60 giorni per stabilire la normalità per la persona studiata (*e quindi fare una media delle quantità assunte ogni giorno negli ultimi 60*), dopo di che occorre confrontare

questo valore con il peso del cibo assunto nella giornata appena passata, e stabilire una percentuale di diminuzione (*nel caso in cui ci sia un aumento dell'assunzione di cibo questa percentuale varrà 0*). Ipotizziamo che questa percentuale sia il **20%** (*e quindi il paziente ha assunto il 20% in meno del cibo che assumeva di solito*). Ora occorre confrontare questa percentuale con il *diagnostico* che vale 50%, per cui avremo $\frac{20}{50} = 40\%$. La *condition* ha un peso del 60%, quindi: $w_2 = 0.6$ e $v_2 = 0.4$

4 – **acuta diminuzione della velocità di movimento**: questa condizione ha un periodo precedente di 90 giorni, in cui stabilire la velocità media impiegata dal paziente per percorrere una determinata distanza all'interno della casa, per poi confrontare questo valore con la velocità calcolata nel giorno appena passato. Ipotizziamo che questo rapporto dia come risultato una percentuale del **17%** (*il paziente ha percorso il corridoio impiegando il 17% in più del tempo, e quindi a velocità ridotta*). Confrontando questo valore con il *diagnostico* che vale 50% si ha $\frac{17}{50} = 34\%$. La *condition* ha un peso del 50%, quindi: $w_3 = 0.5$ e $v_3 = 0.34$

5 – **apertura in orario notturno di frigo o dispensa dove è presente cibo**: questa condizione non ha periodo precedente in quanto ci interessa solo il numero di *aperture* che sono state effettuate nel giorno precedente. Il *diagnostico* vale 1, per cui anche solo 1 apertura **in orario notturno** fa salire il valore al **100%**, ipotizziamo che questa apertura del frigorifero ci sia stata. La *condition* ha un peso del 100%, quindi: $w_4 = 1$ e $v_4 = 1$

Ora abbiamo i nostri 5 valori, che, inseriti all'interno di un apposita formula pensata per calcolare al meglio la percentuale di sospetto, restituiranno la percentuale cercata.

Per ogni sospetto diagnostico è stata concepita una formula leggermente diversa che tiene conto di diversi fattori, come indicato nell'analisi dei sospetti presente da pagina 22 a 29. Nel nostro caso si verifica il sospetto se:

$$C_0 \text{ and } (C_1 \text{ or } C_2 \text{ or } C_3 \text{ or } C_4)$$

Sia $i = \text{importanza unitaria OR} = \frac{1}{(w_1+w_2+w_3+w_4)} \cong 0.34$, allora la formula esatta sarà:

$$\begin{aligned} \%_{\text{sospetto}} &= \frac{\text{media} \left((v_0 \cdot w_0), ((v_1 \cdot w_1 + v_2 \cdot w_2 + v_3 \cdot w_3 + v_4 \cdot w_4) \cdot i) \right)}{\text{media} \left(w_0, ((w_1 + w_2 + w_3 + w_4) \cdot i) \right)} = \\ &= \frac{\frac{(1 \cdot 0.6) + ((0.25 \cdot 0.8 + 0.4 \cdot 0.6 + 0.34 \cdot 0.5 + 1 \cdot 1) \cdot 0.34)}{2}}{\frac{0.6 + ((0.8 + 0.6 + 0.5 + 1) \cdot 0.34)}{2}} \cong 72.34\% \end{aligned}$$

Allo stesso modo, per gli altri sospetti diagnostici vengono generate e applicate formule secondo gli stessi criteri usati per elaborare quella di questo sospetto diagnostico.

L'algoritmo effettua ogni giorno l'analisi per tutti e 7 i sospetti diagnostici e mostra all'utente la percentuale di rischio tramite un apposita interfaccia. Ogni sospetto diagnostico ha un valore di *cut-off* oltre la quale viene segnalato un allarme al medico curante o al *caregiver*, questo valore è memorizzato nella tabella *diagnostic_suspicion* insieme ai sospetti.

5. USER INTERFACE

5.1 Linee guida per l'interfaccia

L'interfaccia utente è un aspetto fondamentale del progetto in quanto deve essere di facile utilizzo per il paziente anziano, per i *caregiver* e per il medico curante, ma allo stesso tempo deve contenere tutte le informazioni utili e necessarie per la prevenzione delle malattie e per le comunicazioni.

Il Sistema automatico che si intende sviluppare nel contesto di questo progetto svolge funzioni di monitoraggio domiciliare e di supporto all'adozione di stili di vita salutari. Esso deve interfacciarsi con utilizzatori diversi per ruolo, per consapevolezza tecnologica e conoscenze mediche.

Il sistema AALISABETH si rivolge ai seguenti soggetti:

- **I pazienti (utenti finali):** persone in età anziana (65+), non soggette a malattie croniche gravi o a disabilità importanti, ma sofferenti (o a rischio) di patologie metaboliche o circolatorie (per esempio, "ipertensione o il diabete) o di deficit cognitivi lievi.
- **I caregiver:** ovvero coloro che sono preposti a fornire assistenza, in diversa forma e con diversa modalità, agli utenti finali. Essi possono essere di tipo *formale* (ad esempio infermieri, Operatori Sanitari, e quindi professionalmente formati) o di tipo *informale* (come, ad esempio, i parenti, amici o vicini, o gli eventuali assistenti domiciliari, che quindi generalmente sono sprovvisti di una formazione tecnica specifica nel campo dell'assistenza).
- **Il medico:** ovvero colui che ha l'onere delle attività di prevenzione primaria e secondaria al fine di evitare la comparsa delle malattie croniche. Nei suoi confronti, il sistema di monitoraggio di AALISABETH fornisce un vero e proprio *triage* automatico che aumenta la quantità di informazioni a sua disposizione per valutare le condizioni dell'utente finale.

Tali soggetti sono certamente molto diversi fra loro per consapevolezza medica e tecnologica, hanno esigenze diverse e dunque modalità di interazione con il sistema diverse. Questo comporta che le interfacce utente vengano sviluppate tenendo conto della categoria di utente a cui sono destinate.

5.2 UI per l'utente finale

Per gli utenti anziani si è cercato di creare un sistema semplice, intuitivo e capace di infondere soddisfazione e motivazione per non scoraggiarne l'uso.

L'interfaccia consiste in un'applicazione web HTML5, fruibile tramite pc e tablet, che consente agli utenti del sistema di accedere alle informazioni e raccolte dai sensori ed elaborate dal sistema AALisabeth. Una volta effettuato il login nel sistema, vengono visualizzati una serie di voci di menu che dipendono dal profilo dell'utente collegato.

Gli utenti finali hanno accesso alle informazioni relative ai sospetti diagnostici tramite una interfaccia semplice ed immediata che mostra per ogni sospetto la presenza di eventuali situazioni critiche.



Nel sistema AALisabeth prendiamo in considerazione sette patologie fra le più comuni e diffuse fra gli utenti di riferimento. Ad ogni sospetto diagnostico viene affiancato un simbolo che, come un *semaforo*, associa ad ogni colore un livello di attenzione differente. Il colore verde segnala che tutti i parametri sono nella norma, il giallo che qualcosa è al di fuori del normale e il rosso che esiste un sospetto diagnostico. Per ogni sospetto diagnostico sono stati creati dei gruppi contenenti tutti i sensori che registrano i dati utili a valutare l'insorgere di

una relativa patologia. Il sistema aggrega ed analizza i dati di ogni sensore e, sulla base di un algoritmo appositamente studiato, decide se esiste un rischio specifico associato ad una particolare patologia, notificando all'utente finale la presenza di eventuali rischi.



Quando il sistema rileva la presenza di un rischio, il colore del semaforo della relativa patologia diventa rosso e sull'interfaccia viene visualizzato un messaggio di allarme (come nella figura precedente). L'utente ha la possibilità di selezionare un sospetto diagnostico e vedere nel dettaglio quali sono nello specifico le criticità identificate dal sistema e quali sensori nello specifico hanno fatto scattare l'allarme.

Per ogni sospetto diagnostico sono stati identificati degli “eventi” che incidono sul livello di rischio associato alla patologia.



Cliccando ad esempio su Ipoglicemia, l’interfaccia mostra un elenco di “azioni” e lo stato ad esse associato desunto dall’analisi dei dati forniti dai sensori presenti nell’abitazione. Abbiamo in questo caso:

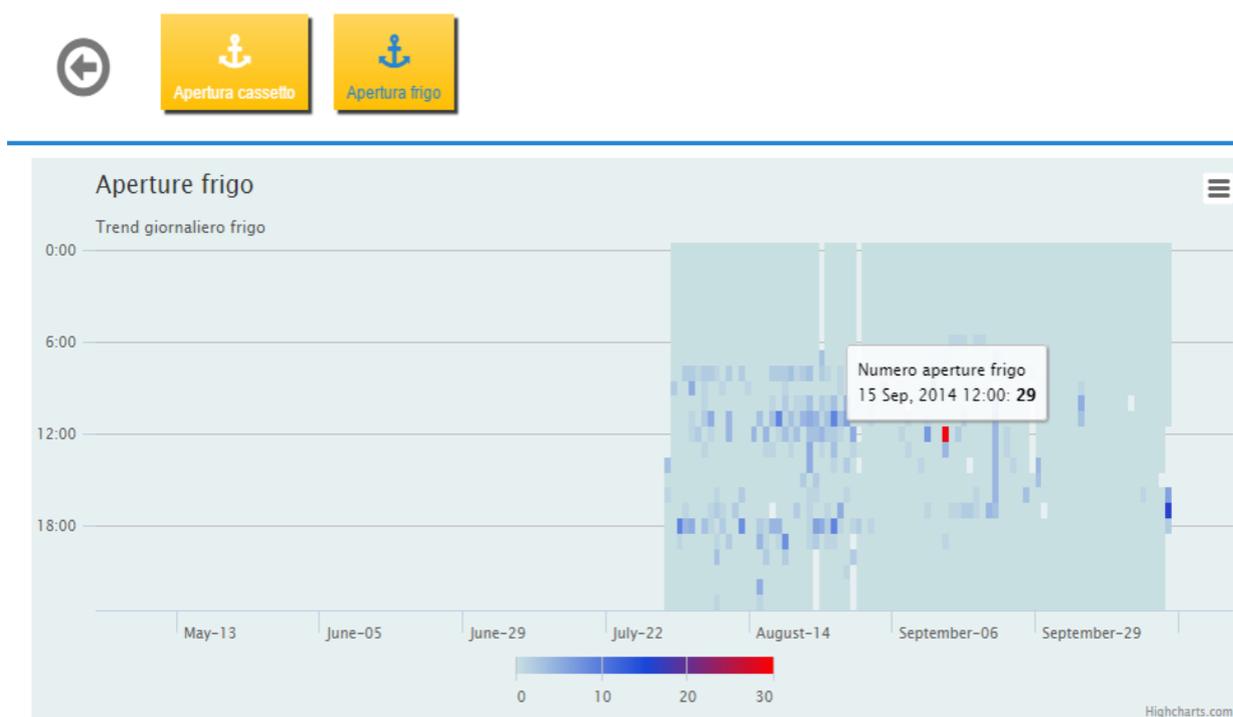
- Assunzione pillole
- Assunzione cibo
- Mobilità
- Apertura frigo-dispense
- Misurazioni glicemia

Per ogni azione abbiamo un *semaforo* che mostra come un determinato comportamento incida nella formazione del sospetto.

5.3 UI per il *caregiver* e per il medico

Il *caregiver* e il medico hanno accesso alle stesse informazioni dell'utente finale, e in più possono consultare i dati relativi alle abitudini degli utenti analizzando nel dettaglio eventuali criticità. Il medico ad esempio può verificare nel dettaglio se il paziente sta assumendo i farmaci prescritti o il livello di assunzione di carboidrati nella sua dieta.

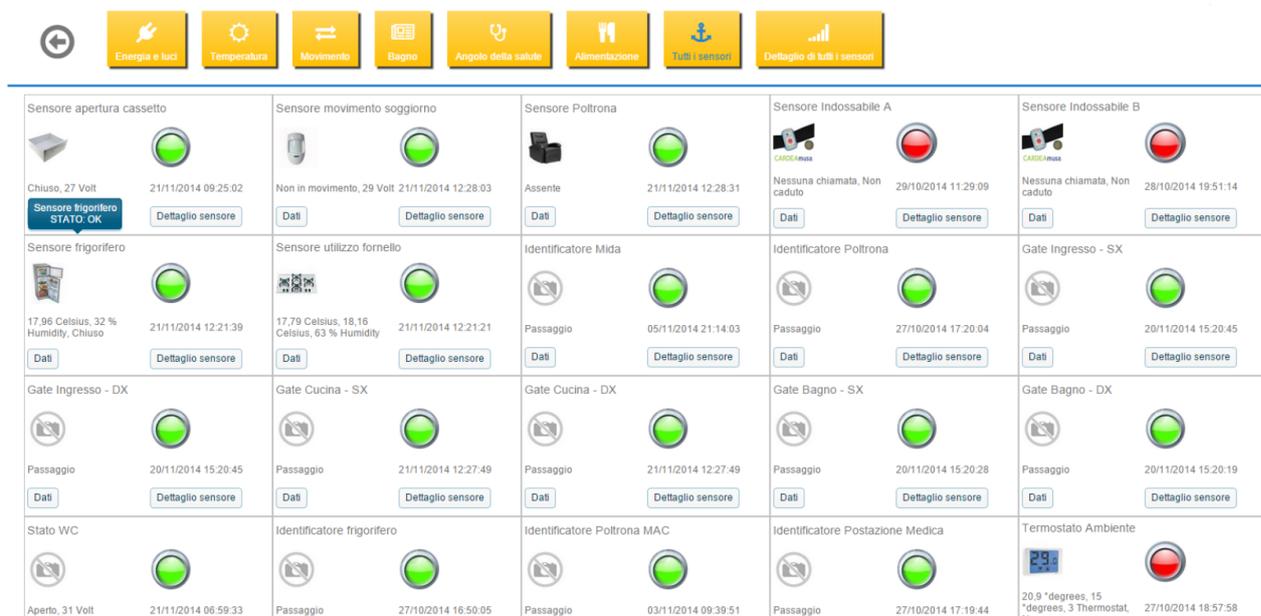
Il sistema di monitoraggio di AALisabeth riesce ad effettuare un vero e proprio triage automatico che aumenta la quantità di informazioni a disposizione del *caregiver* o per valutare le condizioni dell'utente finale. Il medico risponde agli *alert* del *trriage* elettronico dopo che i *caregiver* lo hanno valutato, o consultandolo direttamente. Il sistema fornisce inoltre una serie di strumenti statistici che consentono di comprendere meglio le abitudini dell'utente finale e di come queste si modifichino nel corso del tempo segnalando possibili variazioni nel suo stato di salute.



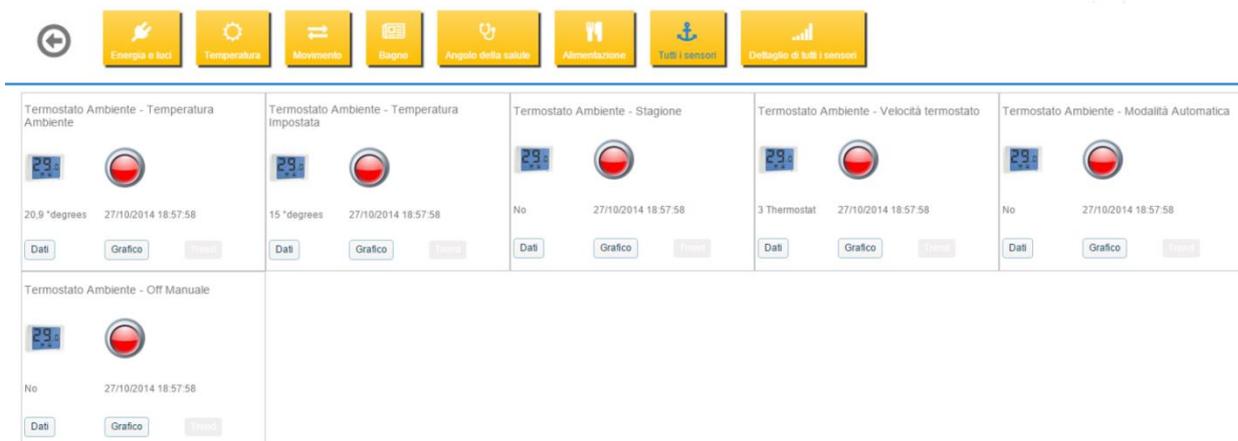
Il grafico sopra ad esempio mostra il numero di aperture del frigorifero effettuate dall'utente specifico e gli orari. Se vengono rilevate delle aperture notturne o più frequenti del normale scattano degli *alert* che inducono ad effettuare un controllo.

5.4 UI per l'amministratore

Un ulteriore profilo utente disponibile nel sistema è quello dell'amministratore che può accedere ai singoli sensori installati, verificarne lo stato di funzionamento, eventuali anomalie ed esportare i dati raccolti.



Il monitor sensori effettua un polling per ogni sensore installato e visualizza lo stato di funzionamento e l'ultima rilevazione effettuata. Cliccando sulla scheda di un sensore è possibile verificare nel dettaglio i parametri e tutte le variabili che il sensore può misurare.



L'amministratore di sistema può inoltre effettuare ricerche utilizzando vari criteri temporali e quantitativi sui dati rilevati nel corso del tempo e configurare i parametri di funzionamento del sistema.

6. SPERIMENTAZIONE

Il percorso seguito prima di poter effettuare una sperimentazione vera e propria nelle case degli utenti ha richiesto un lungo lavoro e diversi *step* di test. Dapprima sono stati realizzati 4 laboratori presso Università di Parma, MAC, Meteda e Sassomeccanica per la gestione e la prototipazione degli smart objects. Successivamente è stato realizzato un primo vero e proprio laboratorio presso Meteda dove sono stati installati tutti i sensori e sono stati testati tutti gli smart objects. La prima lunga fase di test in Meteda è servita per mettere a punto ogni aspetto del sistema prima di poterlo installare presso le case degli utenti.

6.1 Pilot

Tramite uno dei partner del progetto è stata condotta una non semplice ricerca per selezionare gli utenti ritenuti più idonei ai test. I criteri utilizzati per poter scegliere gli utenti sono stati vari: gli utenti, come da progetto, dovevano essere persone oltre i 65 anni (ma non troppo anziani), con uno stato di salute buono o solo con leggere patologie, abitare in una casa con specifiche caratteristiche strutturali (abitazione disposta su un unico piano, di medie dimensioni...) con un buon grado di istruzione e con la predisposizione all'uso di strumenti elettronici. Dopo aver selezionato circa 10 utenti, i responsabili del progetto si sono recati presso tutte le case per presentare il sistema, verificare l'interesse da parte degli utenti, spiegare loro in modo dettagliato tutto quello che avrebbe comportato la sperimentazione ed infine per fare un sopralluogo per meglio organizzare la successiva fase di installazione. Questa visita preliminare, che ha portato alla selezione dei 3 utenti ritenuti più idonei all'utilizzo del sistema, si è rivelata fondamentale sia per pianificare le operazioni successive, ma soprattutto per stabilire un rapporto con gli utenti che sono riusciti ad apprezzare AALisabeth solo dopo aver ricevuto tutte le informazioni necessarie ed aver visto gli oggetti che avrebbero dovuto far installare nelle proprie abitazioni. E' stato lasciato ad ognuno un manuale con la spiegazione del sistema. E' stato sorprendente verificare che tutti avevano guardato con attenzione il documento ricevuto e, durante le installazioni, hanno riconosciuto tutti gli oggetti installati. Questa conoscenza ha creato nelle persone una sensazione di fiducia e sicurezza che ha notevolmente agevolato il lavoro ed ha reso l'esperienza stimolante e interattiva.

Le installazioni realizzate a casa di soggetti privati (cosiddetti *Pilot*) che si sono offerti volontariamente di sperimentare il Sistema, non sono state comprensive di tutti i sistemi

utilizzati per il progetto ma, in accordo con le esigenze e le disponibilità dell'utente, si è optato per una scelta di quei soli sensori che, caso per caso, sono stati ritenuti più utili e idonei. Tutti i partner hanno collaborato nella selezione di un sottoinsieme minimo di dispositivi smart-object da installare per poter ottenere delle informazioni utili.

- Un tablet, per gestire l'interfaccia di controllo del sistema AALISABETH
- Un router wi-fi, per la connessione a Internet (*se non presente nella casa*)
- Un PC Server, che ospiti il DataBase e le applicazioni di gestione del Sistema
- Una bilancia per il peso e l'identificazione della pietanza (*MIDAfisso*)
- Servizio di piatti con etichette Rfid
- Tovaglietta elettronica per l'associazione pietanza - utente (*MIDAmobile*)
- Sensori indossabili (*CARDEAmusa*)
- Un sensore di occupazione letto
- Un sensore di occupazione poltrona (o divano) con funzione di identificazione
- Un sensore wireless di utilizzo del WC
- Un sensore di ingresso per l'ambiente bagno
- Due varchi elettronici con funzione di identificazione
- Un sensore per l'utilizzo del frigo (*CARDEAfrigobox*) con funzione di identificazione
- Un sensore di apertura cassetto/anta
- Un sensore di utilizzo dei fornelli (*CARDEAhobbox*)
- Un sensore di identificazione associato agli strumenti clinici (*angolo della salute*)
- Sensori clinici (*scelti in funzione delle condizioni fisiche degli utenti*)

Dispositivi opzionali:

- *Pill Dispenser*: è stato prodotto un solo prototipo non disponibile in fase di sperimentazione presso le case ma installato solo presso il Laboratorio in Meteda
- Sensore luminosità: mantiene costante la luminosità all'interno, modulandosi in funzione della luce esterna. Installato solo nel laboratorio in Meteda.
- Sistema SOS con sistema integrato per la misurazione della temperatura. Installato solo nel laboratorio in Meteda.

I requisiti tecnici strettamente necessari per l'installazione del sistema AALisabeth sono i seguenti:

- Un piccolo spazio tecnico che possa ospitare il PC server, preferibilmente in una posizione baricentrica rispetto alla pianta della casa per semplificare la copertura wireless di tutti gli ambienti
- La possibilità di installare un paio di varchi che identifichino un percorso significativo dal punto di vista comportamentale (*per esempio, il tragitto camera da letto - bagno*). Questa caratteristica è piuttosto comune nelle case in cui è presente un corridoio
- Preferibilmente l'appartamento dovrebbe essere disposto su un solo livello, per evitare di dover estendere l'infrastruttura di comunicazione wireless su diversi piani. Inoltre da un punto di vista pratico, un appartamento eccessivamente grande comporterebbe problematiche simili perché richiederebbe un certo numero di ripetitori per estendere la copertura delle reti wireless a tutti gli ambienti della casa.
- La possibilità di installare a parete un quadro elettrico esterno consentirebbe la possibilità di installare con facilità anche qualche funzione domotica tradizionale (come il controllo luci, monitoraggio dei consumi elettrici, ecc...).

6.2 Impatto con l'utente (*prima di cominciare*)

La collaborazione che viene richiesta agli utenti prevede: l'utilizzo del sensore Musa, l'utilizzo degli apparati clinici e l'utilizzo del sistema realizzato per il monitoraggio delle abitudini alimentari. Per agevolare e stimolare gli utenti è stata realizzata una interfaccia grafica semplice, intuitiva ed accattivante (come da immagine che segue). Oltre alla grafica, gli utenti hanno apprezzato in modo particolare la semplicità d'uso e ci hanno confermato che un sistema più complesso sarebbe stato scoraggiante e difficilmente utilizzabile. E' stato inoltre apprezzato l'uso di un tablet perché poco ingombrante, veloce da usare e pratico da spostare in base alle diverse esigenze. E' emerso che l'uso di un pc avrebbe notevolmente complicato l'utilizzo e non sarebbe stato accettabile da parte degli utenti.



Immagine dell'interfaccia del tablet per il controllo dell'alimentazione

Per poter meglio valutare l'impatto che il sistema ha avuto sugli utenti, è stato loro sottoposto un questionario in una fase preliminare per valutare le motivazioni e le aspettative che avevano loro fatto accettare la partecipazione alla sperimentazione. Riportiamo di seguito il questionario e le risposte degli utenti.

QUESTIONARIO PRELIMINARE – VALUTAZIONE MOTIVAZIONI E ASPETTATIVE

- Quali sono le motivazioni che la spingono alla sperimentazione del Sistema AALISABETH?

La principale spinta è stata la curiosità per un sistema nuovo.

- Attualmente, ritiene di monitorare sufficientemente il suo stile di vita?

Prima della sperimentazione tutti ritenevano di effettuare un buon monitoraggio delle proprie abitudini di vita.

- Attualmente, ritiene di monitorare sufficientemente le sue abitudini alimentari?

Due utenti su tre erano attenti alla propria alimentazione ma principalmente alle quantità e non alla qualità degli alimenti assunti.

- E' solito stimare la quantità di cibo che assume? Se SI, lo fa attraverso una stima (per esempio sulla base della consuetudine) o mediante una pesatura con la bilancia?

Due utenti su tre erano soliti pesare la maggior parte degli alimenti assunti.

- E' solito monitorare parametri relativi alla sua salute personali? Se SI, quali e con quale frequenza?

Tutti ritenevano di essere attenti alla propria salute ma in realtà effettuavano solo i controlli standard e prescritti regolarmente dal medico.

- In che modo ritiene che il Sistema AALISABETH possa aiutarla?

Tutti lo hanno ritenuto utile per il controllo dello stile di vita e in particolare dell'alimentazione, considerandolo anche uno stimolo per migliorare le proprie abitudini.

- E' preoccupato dal fatto che le sue abitudini vengano registrate da un sistema automatico? Se SI, quali sono le sue preoccupazioni maggiori?

Dopo aver avuto chiaro in che cosa consisteva il sistema e quale tipo di controllo sarebbe stato effettuato nessuno ha mostrato alcun tipo di preoccupazione.

- Ritiene di fornire al suo medico tutte le indicazioni utili ad una corretta stima del suo stato di salute?

Tutti pensavano di sì perché inviavano al proprio medico i risultati degli esami che eseguivano.

- Ritiene utile avere delle tecnologie che possano aiutarla ad adottare stili di vita più corretti?

Tutti concordi sulla utilità delle tecnologie e uno soltanto ha mostrato dei timori relativi alla manutenzione degli strumenti.

- Ha confidenza con l'utilizzo dei tablet? Se NO, la preoccupa dover imparare ad usarlo?

Solo un utente non aveva mai utilizzato un tablet ma non ha presentato nessuna preoccupazione in merito.

6.3 Risultati (user feedback)

Dopo la conclusione dei Pilot, i pazienti sono stati sottoposti ad un ulteriore questionario per cercare di capire cosa poteva essere migliorabile. Questionario che riporto di seguito:

QUESTIONARIO CONCLUSIVO – VALUTAZIONE SULL'UTILIZZO DEL SISTEMA

- Si ritiene soddisfatto dell'esperienza di utilizzo del Sistema AALISABETH?

Per qualcuno l'utilizzo del sistema è apparso troppo complicato

- Ricorda quali fossero le sue aspettative nell'uso del Sistema?

Nessuno aveva particolari aspettative

- Ritiene che il Sistema abbia risposto alle sue aspettative iniziali? Se NO, in quali aspetti si è dimostrato diverso?

Nessuno aveva particolari aspettative

- Ritiene che l'installazione del Sistema sia troppo invasiva?

Pareri discordanti sono emersi sull'invasività del sistema: per qualcuno si e per altri no

- Ritiene che la sua privacy sia stata lesa dall'utilizzo del Sistema?

Per nessuno è stata lesa la propria privacy

- Svolgere compiti ripetitivi (come indossare il sensore MUSA, pesare il cibo ad ogni pranzo, ...) è un'attività che ritiene giustificabile in confronto ai servizi offerti dal Sistema?

Feedback molto diversi in tal senso: per qualcuno i compiti svolti sono giustificabili, per altri meno. E' emerso il desiderio di poter accedere ai risultati (cosa che avrebbe reso più accettabile l'impegno richiesto)

- Ritiene che il Sistema l'abbia aiutata nell'adozione di stili di vita più salubri?

Solo un utente pensa di aver migliorato la propria alimentazione

- Ha scoperto aspetti che ignorava riguardo a suoi stili di vita? Se SI, quali?

Tutti hanno detto di no

- Ha scoperto aspetti che ignorava riguarda al suo regime di alimentazione? Se SI, quali?

Tutti hanno detto di no

- Ha trovato difficoltà nell'utilizzare il tablet e l'interfaccia del Sistema?

Nessuno ha avuto difficoltà nell'utilizzo

La sperimentazione nelle 3 case ha fatto emergere infine le seguenti considerazioni:

- Al momento della presentazione del sistema, tutti hanno avuto una reazione di insicurezza, incertezza e chiusura. Il primo impatto infatti fa temere un sistema troppo invasivo, una forma di controllo che nessuno gradisce, un impegno che nessuno vuole prendersi. Per superare questo primo scoglio è stato realizzato un breve manuale dotato di numerose immagini per presentare il sistema in modo più chiaro e sicuramente fare apprezzare la semplicità e stimolare la curiosità. Questo strumento ha permesso anche di far sentire più tranquillo e sicuro l'utente che riusciva meglio a percepire cosa avrebbe affrontato. Capire ha fatto tranquillizzare gli utenti e li ha predisposti nel modo migliore.
- Molti utenti avevano timore di un controllo eccessivo e troppo invasivo (tutti hanno chiesto ad esempio se venivano installate delle telecamere). Una volta capito meglio il sistema hanno invece apprezzato il non essere controllati ma "osservati" perché li ha fatti sentire importanti e rassicurati sentendosi oggetto delle attenzioni di qualcuno - Tutti temevano un impegno troppo grande che poi invece si è dimostrato minimo.
- Importante dato emerso è che tutti gli utenti sostenevano di seguire una corretta alimentazione pur non avendo mai fatto una analisi più approfondita. Utilizzando il sistema si sono invece accorti che le loro abitudini non erano così corrette come pensavano in precedenza perché molti alimenti non venivano monitorati (*ad esempio la quantità di pane e di olio*). L'utilizzo del sistema inoltre ha stimolato tutti a migliorare la qualità della propria alimentazione.
- La presenza di sensori di monitoraggio delle aperture di frigo e dispensa hanno creato nell'utente lo stimolo a non mangiare fuori pasto e a rispettare maggiormente un corretto stile di vita.
- Il primo impatto con il sistema ha qualche volta generato un'ansia dovuta all'utilizzo degli apparecchi clinici perché percepita come forma di controllo per uno stato di salute

non buono. Col tempo invece l'uso degli strumenti si è rivelato come un supporto ed è stata apprezzata la comodità di avere sempre un angolo con i dispositivi disponibili e pronti all'uso.

In conclusione possiamo affermare che, dopo un primo impatto di preoccupazione e insicurezza, tutti gli utenti hanno apprezzato il sistema nel suo complesso ritenendolo utile. Primo e più importante effetto rilevato è lo stimolo a migliorare le proprie abitudini (*visto che in qualche modo ci si sente osservati*). Anche il senso di controllo iniziale si è invece trasformato in un senso di sicurezza dato dall'essere osservati e quindi tenuti in considerazione ma senza oppressione o limitazioni. L'utilizzo di un tablet, inizialmente difficile per alcuni, è stato poi stimolante e divertente e ha fatto sentire gli utenti più giovani e tecnologici infondendo una sensazione positiva ed un atteggiamento più collaborativo.

7. CONCLUSIONI

7.1 Obiettivi Raggiunti

Dopo aver concluso il progetto ed effettuato le sperimentazioni si può dire di aver raggiunto un buon risultato, avendo perfezionato il sistema per la prevenzione delle malattie croniche più diffuse nei pazienti anziani oggetto del progetto.

Tramite l'interfaccia semplice e intuitiva, il paziente riesce ad utilizzare al meglio il sistema, e a sentirsi coinvolto nel programma di assistenza, così da non essere scoraggiato a smettere di seguire i protocolli che permettono al sistema di funzionare. Allo stesso tempo l'interfaccia per il medico permette di avere un quadro sempre aggiornato, e un livello di dettaglio molto preciso, di modo da poter prendere le decisioni giuste, come se il paziente si fosse recato in ospedale e avesse esposto i suoi problemi, se non di più, visto che molto spesso i pazienti omettono informazioni non sapendo della loro importanza.

Per quanto concerne l'analisi dei dati, sono stati individuati con discreta precisione gli aspetti richiesti dallo studio del problema, considerando i dati a diversi livelli di astrazione, per elaborare un singolo dato proveniente da un singolo sensore, e ottenere uno studio del comportamento abituale del paziente. In questo modo, applicando le formule adatte per ogni sospetto diagnostico, si ottengono dei valori precisi per descrivere la probabilità che il paziente sia affetto o meno da quella determinata patologia.

7.2 Difficoltà Riscontrate

il progetto è molto ampio, per cui le difficoltà sono state molteplici e di diversa natura. Le prime difficoltà sono arrivate durante la progettazione dei sensori, che dovevano adattarsi al meglio alle abitazioni dei pazienti. Questa fase si è svolta nel laboratorio costruito nella sede di Me.Te.Da. a San Benedetto del Tronto, e man mano che si procedeva con lo sviluppo si provvedeva a correggere eventuali aspetti che non si adattavano appieno allo scopo.

Questa complicità ha influito sull'analisi dei dati, in quanto modificando il sensore spesso si modificava anche il modo in cui esso inviava dati al *database*, dovendo quindi modificare nuovamente il modo in cui quei dati venivano aggregati.

Un'altra complicità è stato quello dell'elaborazione dell'algoritmo per l'analisi dei dati, che ha avuto bisogno di tempo e di molte modifiche per arrivare alla forma finale.

Infine gli ultimi problemi sono stati evidenziati dalla sperimentazione in casa dei pazienti selezionati, che hanno evidenziato i seguenti aspetti da correggere:

- Per semplificare l'utilizzo del sistema ci è stato chiesto di pensare un unico caricatore con attacco universale utilizzabile per tutti gli strumenti che necessitano di essere caricati. Avere un caricatore per ogni apparecchio, oltre a creare disordine nella casa, rende più impegnativo l'utilizzo per l'utente.
- Evitare la presenza di cavi o di strumenti appoggiati a terra che ostacolano le normali pulizie (ad esempio i cavi sotto il letto creano difficoltà ed intralcio durante le faccende domestiche e si rischia anche di creare qualche danno).
- Bilancia e tavoletta per alimentazione: per semplificare la procedura e per ridurre il numero di oggetti, ci è stato chiesto di poter unire le funzioni dei due apparecchi in uno unico. E' stato inoltre considerato poco pratico l'utilizzo di una tavoletta che consente di appoggiare un piatto per volta.
- Ci è stato richiesto di inserire nel database dei piatti complessi e già cucinati (oltre ai singoli alimenti) per poter più facilmente e velocemente registrare il diario alimentare.
- Hanno consigliato l'utilizzo di tipologie differenti di piatti (più fondi) e di scodelle per alcuni alimenti (frutta, versura, pane...) perché ritenuti più comodi da utilizzare e meno ingombranti.
- Dimensione scomoda della tazza da latte perché troppo alta e quindi difficilmente posizionabile sotto la macchinetta del caffè e troppo stretta per poter inserire i biscotti o i cereali.
- Nel complesso la parte relativa al monitoraggio della alimentazione richiede una partecipazione troppo importante da parte dell'utente che col tempo tende ad annoiarsi e a non effettuare tutte le operazioni richieste. Il sistema andrebbe maggiormente automatizzato e semplificato
- Sono stati mostrati dubbi relativi al monitoraggio dello scarico del bagno e soprattutto alle informazioni registrate: capita di frequente di non tirare sempre l'acqua o di tirare l'acqua anche senza la reale necessità di farlo. Entrambi questi comportamenti potrebbero variare il risultato dell'esame.

7.3 Sviluppi Futuri

Basandosi sui suggerimenti dei pazienti oggetto della sperimentazione, il primo passo da fare sarà sicuramente il riadattamento degli aspetti segnalati per una migliore esperienza.

Il primo aspetto da migliorare e senza ombra di dubbio la gestione dell'alimentazione. Si è rivelata troppo invasiva e noiosa da portare avanti per lunghi periodi. Allo stesso tempo è stato richiesto di ampliare il *database* dei piatti, di modo da poter effettuare una scelta tra piatti più complessi ogni volta che si consuma un pasto elaborato. Le stoviglie, inoltre, sono inadatte per gli svariati utilizzi che si possono fare all'interno di una cucina, per questo motivo è necessario realizzare stoviglie di dimensioni e forme differenti, per essere idonee a tutti gli utilizzi.

Il secondo aspetto è l'ingombro all'interno della casa, che si ridurrebbe introducendo un unico caricabatteria per i dispositivi che necessitano di essere ricaricati, e cercando di minimizzare il cablaggio scoperto per i dispositivi sparsi per la casa.

Una volta perfezionato il sistema, si ha a disposizione un potente strumento da sfruttare, che dovrebbe essere applicato nella vita di molti anziani che ne hanno bisogno, per cui spingendo per la sua commercializzazione, ci si avvierebbe verso una nuova realtà medica che rivoluzionerebbe l'attuale sistema di gestione del problema.

SITOGRAFIA

- <http://it.wikipedia.org>
- <http://msdn.microsoft.it>
- <http://www.meteda.it>
- <http://www.aalisabeth.it>
- <http://stackoverflow.com/>
- <http://www.treccani.it>
- <http://www.inrca.it/>
- <http://www.regione.marche.it/>
- <http://www.meteda.it/prodotto/aalisabeth/>
- <http://www.aalisabeth.it/partner/>
- <http://www.aalisabeth.it/about/>
- <http://www.aalisabeth.it/motiva/>
- <http://www.aalisabeth.it/gallery/>
- <http://www.meteda.it/azienda/>
- <http://www.meteda.it/wp-content/uploads/2015/07/Aalisabeth-Catalogo.pdf>